

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard

**Optimierung der Kleingruppenhaltung von Legehennen**  
**Schwerpunkt: Verhalten und Lichtmanagement von Lohmann**  
**Selected Leghorn Hennen**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von  
Helen Paula Louton

aus Düsseldorf

München 2014

**Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

**Dekan:** Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

**Referent:** Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

**Korreferent:** Univ.-Prof. Dr. Bernd Kaspers

Tag der Promotion: 08. Februar 2014

Meiner Familie.





# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LITERATURÜBERSICHT.....</b>	<b>2</b>
2.1	RECHTLICHE GRUNDLAGE UND POLITISCHE ASPEKTE.....	2
2.2	NORMALVERHALTEN DES DOMESTIZIERTEN HAUSHUHNS ( <i>GALLUS GALLUS DOMESTICUS</i> )..	6
2.2.1	STAUBBADEVERHALTEN .....	6
2.2.2	RUHEVERHALTEN UND DIE BEDEUTUNG VON SITZSTANGEN .....	13
2.3	LICHT UND LICHTMANAGEMENT .....	16
2.4	PROBLEMATISCHE VERHALTENSWEISEN UND VERHALTENSSTÖRUNGEN .....	21
2.4.1	FEDERPICKEN / KANNIBALISMUS.....	21
2.4.2	„PSEUDOSTAUBBADEN“ .....	24
2.5	MORTALITÄT IN DER LEGEHENNENHALTUNG .....	25
<b>3</b>	<b>TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>27</b>
3.1	PROJEKTBESCHREIBUNG .....	27
3.2	STALLUNGEN UND TIERE .....	27
3.2.1	STANDORT KITZINGEN .....	28
3.2.2	STANDORT MÜNCHEN .....	31
3.3	BELEUCHTUNG.....	43
3.4	VIDEOAUFZEICHNUNGEN UND VERHALTENSBEOBACHTUNGEN .....	46
3.4.1	AUSWERTUNG DER VERHALTENSBEOBACHTUNGEN.....	47
3.5	LICHTMESSUNGEN .....	50
3.6	FÜTTERUNG.....	51
3.7	IMPFUNGEN UND MEDIKAMENTÖSE BEHANDLUNGEN.....	53
3.8	DOKUMENTATION DER LEGELEISTUNG UND MORTALITÄT.....	54
3.9	GEFIEDERBONITUR.....	55
3.10	STATISTISCHE AUSWERTUNG .....	55
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>58</b>
4.1	NUTZUNG DER FUNKTIONSBEREICHE DES HALTUNGSSYSTEMS.....	58
4.1.1	ANLAGE A .....	58
4.1.2	ANLAGE B.....	60
4.1.3	ANLAGE C.....	63
4.1.4	ANLAGE D .....	66
4.1.5	ANLAGE E.....	69
4.2	SITZSTANGENPRÄFERENZEN .....	71
4.2.1	ANLAGE A .....	71

4.2.2	ANLAGE B.....	77
4.2.3	ANLAGE C.....	81
4.2.4	ANLAGE D .....	86
4.2.5	ANLAGE E.....	91
4.2.6	VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER SITZSTANGENNUTZUNG.....	95
4.3	STAUBBADEVERHALTEN .....	99
4.3.1	ANZAHL DER STAUBBADEVORGÄNGE .....	99
4.3.2	VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER STAUBBADAKTIVITÄT.....	101
4.3.3	VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER NUTZUNG DES STAUBBADES .....	101
4.3.4	DAUER DER STAUBBADEVORGÄNGE.....	104
4.3.5	URSACHEN DES ENDES DER STAUBBADESEQUENZEN.....	106
4.3.6	UNTERBRECHUNGEN DES STAUBBADEVERHALTENS .....	109
4.3.7	STAUBBADEVERHALTEN IM TAGESVERLAUF .....	113
4.3.8	STAUBBADEVERHALTEN AUF DEM GITTER .....	121
4.5	LICHTMANAGEMENT/BELEUCHTUNGSSTÄRKEN .....	124
4.5.1	ANLAGE A .....	124
4.5.2	ANLAGE B.....	125
4.5.3	ANLAGE C.....	126
4.5.4	ANLAGE D .....	128
4.5.5	ANLAGE E.....	131
4.5.6	VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE.....	132
4.5.7	LICHTEINSTELLUNG IM VERLAUF DER LEGEPERIODE.....	134
4.5.8	LICHTMANAGEMENT AM BEISPIEL DER ANLAGEN A UND D .....	134
4.6	VERLETZUNGEN .....	137
4.7	MORTALITÄT.....	138
<b>5</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>142</b>
5.1	NUTZUNG DER FUNKTIONSBEREICHE DES HALTUNGSSYSTEMS.....	142
5.2	SITZSTANGENPRÄFERENZEN .....	143
5.3	STAUBBADEVERHALTEN .....	145
5.4	LICHTMANAGEMENT .....	150
5.5	VERLETZUNGEN .....	153
5.6	MORTALITÄT.....	153
5.7	GESAMTDISKUSSION .....	155
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>158</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>162</b>
<b>8</b>	<b>DECLARATION ON OATH / EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG .....</b>	<b>166</b>

<b>9</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>167</b>
<b>10</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>I</b>
10.1	VERTEILUNG DER LEGEHENNEN IM HALTUNGSSYSTEM .....	I
10.2	SITZSTANGENPRÄFERENZEN .....	XI
10.3	STAUBBADEVERHALTEN .....	XXI
10.4	LICHTMANAGEMENT .....	XXIV
10.4.1	LUXMESSUNGEN - EINZELWERTE .....	XXIV
10.5	VERLETZUNGEN .....	XL
<b>11</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>XLI</b>



## **ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

<b>Abkürzung</b>	<b>Definition</b>
<b>AUC</b>	Area under the Curve
<b>BLE</b>	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
<b>BMELV</b>	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
<b>BZ</b>	Beobachtungszeitpunkt (1 bis 24)
<b>bzw.</b>	Beziehungsweise
<b>cm</b>	Zentimeter
<b>FFF</b>	Flackerfusionsfrequenz
<b>h</b>	Stunden
<b>Hz</b>	Hertz
<b>ID</b>	Identifizierungsnummer der Abteile
<b>GS</b>	Auf dem Gitter zwischen den Sitzstangen
<b>GT</b>	Auf dem Gitter vor dem Trog
<b>KI</b>	Konfidenzintervall
<b>LB</b>	Lohmann Brown
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>LfL</b>	Landesanstalt für Landwirtschaft
<b>LPDE</b>	Low density polyethylene
<b>LSL</b>	Lohmann Selected Leghorn
<b>m</b>	Meter
<b>mA</b>	Milliampere
<b>max.</b>	Maximal
<b>Min.</b>	Minuten
<b>mind.</b>	Mindest
<b>MW</b>	Mittelwert
<b>n</b>	Anzahl der untersuchten Elemente
<b>nm</b>	Nanometer
<b>O</b>	Obergrenze
<b>ObPs</b>	Observational Period(s)

<b>Abkürzung</b>	<b>Definition</b>
<b>p-Wert</b>	Signifikanzwert
<b>RL</b>	Richtlinie
<b>SBS</b>	Staubbadesequenz
<b>SD</b>	Standardabweichung
<b>Sek.</b>	Sekunden
<b>SEM</b>	Standardfehler des Mittelwertes
<b>SLS-1</b>	Sunlight-Simulator-1, Beleuchtungscomputer
<b>TierSch NutzV</b>	Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung
<b>TZ</b>	Tageszeitraum (I, II und III)
<b>U</b>	Untergrenze
<b>UV</b>	Ultraviolett (bezogen auf Wellenlängen)
<b>UZR</b>	Untersuchungszeitraum
<b>z.B.</b>	Zum Beispiel

## TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1:</b> Gesetzliche Anforderungen verschiedener Haltungssysteme nach Vorgaben der Europäischen Union (RL 1999/74/EG) und der deutschen TierSchNutzV (2006).....	5
<b>Tabelle 2:</b> Regulierung der Tageslichtlänge und der maximalen Lichtintensität der Stallungen in Kitzingen (Angaben in % der vollständig möglichen Beleuchtung des SLS-1).....	44
<b>Tabelle 3:</b> Regulierung der Tageslichtlänge und der maximalen Lichtintensität der Stallungen in München (Angaben in % der vollständig möglichen Beleuchtung des SLS-1).....	45
<b>Tabelle 4:</b> Darstellung der Kodierung der per Video beobachteten Abteile im Vergleich zur Kodierung von TELLE (2011). ....	47
<b>Tabelle 5:</b> Numerische Kodierung der Ursache für das Beenden/Unterbrechen eines Staubbades.....	49
<b>Tabelle 6:</b> Einteilung der Fütterungsphasen mit Angaben über Rohprotein-, Energie-, Methionin- und Calciumgehalte im Futter. ....	52
<b>Tabelle 7:</b> Darstellung der <b>Signifikanzwerte</b> der <b>Sitzstangenpräferenzen</b> der Legehennen in der <b>Anlage A</b> (n = 4) während der <b>Hellphase</b> für die Sitzstangen L1 bis L5.....	73
<b>Tabelle 8:</b> Darstellung der <b>Signifikanzwerte</b> der <b>Sitzstangenpräferenzen</b> der Legehennen in der <b>Anlage A</b> (n = 4) während der <b>Dunkelphase</b> für die Sitzstangen L1 bis L5. ....	75
<b>Tabelle 9:</b> Darstellung der <b>Signifikanzwerte</b> der <b>Sitzstangenpräferenzen</b> der Legehennen in der <b>Anlage B</b> (n = 4) während der <b>Dunkelphase</b> für die Sitzstangen L1 bis Q5.....	80
<b>Tabelle 10:</b> Darstellung der <b>Signifikanzwerte</b> der <b>Sitzstangenpräferenzen</b> der Legehennen in der <b>Anlage C</b> (n = 3) während der <b>Hellphase</b> für die Sitzstangen L1 bis Q5. ....	84
<b>Tabelle 11:</b> Darstellung der <b>Signifikanzwerte</b> der <b>Sitzstangenpräferenzen</b> der Legehennen in der <b>Anlage C</b> (n = 3) während der <b>Dunkelphase</b> für die Sitzstangen L1 bis Q5.....	85
<b>Tabelle 12:</b> Darstellung der <b>Signifikanzwerte</b> der <b>Sitzstangenpräferenzen</b> der Legehennen in der <b>Anlage D</b> (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der <b>Hellphase</b> für die Sitzstangen M, L1 und L2. ....	87
<b>Tabelle 13:</b> Darstellung der <b>Signifikanzwerte</b> der <b>Sitzstangenpräferenzen</b> der Legehennen in der <b>Anlage D</b> (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der <b>Dunkelphase</b> für die Sitzstangen M, L1 und L2 .....	90
<b>Tabelle 14:</b> Vergleich der Anlagen bezüglich der Sitzstangennutzung als <b>prozentualer</b> und absoluter (in Klammern) Anteil der Tiere auf den Sitzstangen während der <b>Hellphase</b> , bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall über drei Untersuchungszeiträume, mit	

Darstellung des 95% Konfidenzintervalls (KI) des Mittelwertes (Untergrenze [U] und Obergrenze [O]).	97
<b>Tabelle 15:</b> Vergleich der Anlagen bezüglich der Sitzstangennutzung als <b>prozentualer</b> und absoluter (in Klammern) Anteil der Tiere auf den Sitzstangen während der <b>Dunkelphase</b> , bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall über drei Untersuchungszeiträume, mit Darstellung des 95 % Konfidenzintervalls (KI) des Mittelwertes (Untergrenze [U] und Obergrenze [O]).	98
<b>Tabelle 16:</b> Durchschnittliche <b>relative Anzahl</b> der Staubbadevorgänge pro Huhn in Prozent (%) sowie die absolute Zahl (in Klammern), Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM) der beobachteten Staubbadevorgänge (als Mittelwert aus 48 h) in den beobachteten Zeiträumen I (30-Minütige Phase während der Dämmerung in der Früh), II (60-Minütige Phase nach der Dämmerung in der Früh) und III (60-Minütige Phase nach dem ersten Einstreuintervall) in den Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume.	100
<b>Tabelle 17:</b> Gesamtanteil der beobachteten Hennen, die Staubbadeverhalten gesamt, auf der Matte oder auf dem Gitter zeigten in <b>Prozent</b> (%) und in absoluten Zahlen (in Klammern) in den Anlagen A bis E im Tagesverlauf, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall der drei Untersuchungszeiträume mit der Standardabweichung (SD) und dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes (SEM).	103
<b>Tabelle 18:</b> Dauer der Staubbadevorgänge im Staubbadebereich der Legehennen in den Anlagen A bis E, im Tageszeitraum III während der drei Untersuchungszeiträume: Minstdauer (mind.), durchschnittliche Dauer (Mittelwert = MW) und maximale (max.) Staubbadedauer in Minuten sowie Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM); n = Anzahl der beobachteten Staubbadevorgänge.	105
<b>Tabelle 19:</b> Darstellung der <b>Kodierungen (0-5) der Ursachen des Endes</b> eines Staubbades im Staubbadebereich in Prozent (%) und als absolute Zahl (in Klammern), im Tageszeitraum III (TZ III) der drei Untersuchungszeiträume in den Anlagen A bis E (0 = ohne Störung, 1 = weggepickt, 2 = verdrängt, 3 = erschreckt, 4 = staubbadendes Huhn dominiert anderes Huhn, 5 = sonstige Störung).	108
<b>Tabelle 20:</b> <b>Anzahl</b> unterbrochener Staubbadesequenzen (SBS) im <b>Verhältnis</b> zur <b>Anzahl</b> ungestörter SBS Sequenzen in den verschiedenen Anlagen zu den jeweiligen Untersuchungszeiträumen (Tageszeitraum I, II und III für den jeweiligen Untersuchungszeitraum zusammengefasst).	110



<b>Tabelle 21:</b> Durchschnittliche <b>relative Anzahl</b> der Unterbrechungen in Prozent (UB) einer Staubbadesequenz zu den verschiedenen Untersuchungszeiträumen in den Anlagen A bis E im Tageszeitraum III (Berücksichtigung von mehrfach unterbrochenen Staubbadesequenzen) mit Angabe der Standardabweichung (SD) und dem einfachen Standardfehler der Mittelwerte (SEM). Zum Beispiel wurden in der Anlage A, im ersten Untersuchungszeitraum im Tageszeitraum III 42,5 % der Staubbadesequenzen unterbrochen. ....	110
<b>Tabelle 22:</b> Durchschnittliche Länge (Dauer als Mittelwert = MW) einer Unterbrechung der Staubbadesequenzen in Sekunden, der Anlagen A bis E im Tageszeitraum III zu den Untersuchungszeiträumen 1, 2 und 3 mit Angabe der Standardabweichung (SD) und dem einfachen Standardfehler der Mittelwerte (SEM). ....	111
<b>Tabelle 23: Kodierung der Ursache des Unterbrechens</b> eines Staubbades in <b>Prozent (%)</b> und als absolute Zahl (in Klammern), im Tageszeitraum III (TZ III) der drei Untersuchungszeiträume in den Anlagen A bis E (0 = ohne erkennbaren Grund, 1 = weggepickt, 2 = verdrängt, 3 = erschreckt, 4 = staubbadendes Huhn dominiert anderes Huhn, 5 = sonstige Störung).....	112
<b>Tabelle 24:</b> Übersicht über die durchschnittlichen Lux-Werte der Anlagen A bis E in den verschiedenen Funktionsbereichen (Sektionsmitte, Staubbad, Futtertrog und Legenest) zu den drei Untersuchungszeiträumen bei den verschiedenen Einstellungen der Lichtintensität am SLS-1 (12 %, 15 %, 18 %, 21 % und 25 %). ....	133
<b>Tabelle 25:</b> Vergleich der Abteile mit und ohne LED der Anlagen A und D als Gesamtanteil der beobachteten Hennen in <b>Prozent (%)</b> und als absolute Zahl (in Klammern), die im Tagesverlauf Staubbadeverhalten insgesamt, auf der Matte und auf dem Gitter zeigten im Verlauf der drei Untersuchungszeiträume, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall. ....	136
<b>Tabelle 26:</b> Darstellung der Mortalitätsraten in den Anlagen A bis E. Zur „Anzahl † Hennen“ zählten verendete, getötete oder aufgrund schwerer Verletzungen ausselektierte Tiere. *, **, *** = erster; zweiter, dritter Käfig der Anlage D, die aufgrund hoher Mortalitätsraten ausgestellt wurden. ....	140
<b>Tabelle 27:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%). ....	I
<b>Tabelle 28:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%). ....	II

<b>Tabelle 29:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	III
<b>Tabelle 30:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	IV
<b>Tabelle 31:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	V
<b>Tabelle 32:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	VI
<b>Tabelle 33:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	VII
<b>Tabelle 34:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	VIII
<b>Tabelle 35:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	IX
<b>Tabelle 36:</b> Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).	X
<b>Tabelle 37:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).	XI
<b>Tabelle 38:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).	XII
<b>Tabelle 39:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).	XIII

<b>Tabelle 40:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).	XIV
<b>Tabelle 41:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in %.	XV
<b>Tabelle 42:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).	XVI
<b>Tabelle 43:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).	XVII
<b>Tabelle 44:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).	XVIII
<b>Tabelle 45:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Anflugbalkon bzw. Sitzstange in Prozent (%); Sitzstangen sind <b>fett</b> markiert, Anflugbalkone <i>kursiv</i> .	XIX
<b>Tabelle 46:</b> Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%); Sitzstangen sind <b>fett</b> markiert, Anflugbalkone <i>kursiv</i> .	XX
<b>Tabelle 47:</b> Vergleich der Anlagen bezüglich der Staubbadnutzung als <b>prozentualer Anteil</b> sowie als absolute Zahl der Tiere (in Klammern) im Bereich des Staubbades während der Hellphase über drei Untersuchungszeiträume, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall mit Darstellung des 95% Konfidenzintervalls (KI) des Mittelwertes (Untergrenze [U] und Obergrenze [O]).	XXI
<b>Tabelle 48:</b> Dauer der Staubbadevorgänge der Legehennen in den Anlagen A bis C, im Tageszeitraum I, II und III, während der drei Untersuchungszeiträume: Minstdauer (mind.), Durchschnittliche Dauer und Maximale (max.) Staubbadedauer in Minuten sowie Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM); n = Anzahl der beobachteten Staubbadevorgänge.	XXII

<b>Tabelle 49:</b> Dauer der Staubbadevorgänge der Legehennen in den Anlagen D und E, im Tageszeitraum I, II und III, während der drei Untersuchungszeiträume: Mindestdauer, Durchschnittliche Dauer und Maximale Staubbadedauer in Minuten sowie Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM); n = Anzahl der beobachteten Staubbadevorgänge. ....	XXIII
<b>Tabelle 50:</b> Darstellung der Einzelmesswerte der Beleuchtungsstärke in LUX aller Untersuchungszeiträume, der Funktionsbereiche der Abteile der Anlagen A bis E. ....	XXIV
<b>Tabelle 51:</b> Darstellung des Verletzungsscores (Anlagenmittelwert aus den Einzeltieruntersuchungen als Summe der verletzten Körperregionen [max. 9] in Schweregrade [Grad 0, 1 und 2], höchstmöglicher Score = 18) der Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume. ....	XL

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1:</b> Staubbadende Henne in einer Freilandhaltung in der Einleitungsphase. ....	7
<b>Abbildung 2:</b> Synchronisation des Staubbadeverhaltens - ca. 30 gemeinsam staubbadende Hennen in einer Freilandhaltung. ....	12
<b>Abbildung 3:</b> 3-D Darstellung der Kleingruppenanlagen A (Big Dutchman, Unten) und B (Salmet Kitzingen, Oben) in Kitzingen. Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellten Legelinien dargestellt. Die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar. ....	29
<b>Abbildung 4:</b> Aufsicht auf die Kleingruppenanlagen A (Big Dutchman) und B (Salmet Kitzingen). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile der Anlagen vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar. ....	31
<b>Abbildung 5:</b> Innenansicht der Kleingruppenanlage C (Salmet München) mit Darstellung der verschiedenen Funktionsbereiche. ....	33
<b>Abbildung 6:</b> 3-D Darstellung der Kleingruppenanlage C (Salmet München). Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellten Legelinien dargestellt. Die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar. ....	33
<b>Abbildung 7:</b> Aufsicht auf die Kleingruppenanlage C (Salmet München). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile dieser Anlage vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar. ....	34
<b>Abbildung 8:</b> 3-D Darstellung der Kleingruppenanlage D (Specht München). Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellten Legelinien dargestellt. Die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar. ....	36
<b>Abbildung 9:</b> Nestbereich der Kleingruppenanlage Specht, Abteil ohne (links) und mit (rechts) Nestvorhang. ....	36
<b>Abbildung 10:</b> Aufsicht auf die Kleingruppenanlage D (Specht München). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile dieser Anlage vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar. ....	37
<b>Abbildung 11:</b> 3-D Darstellung der Anlage E (Voliere München). Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellte Legelinie dargestellt. Die braunen Bereiche stellen die Nestreihen dar, die gemusterten Schattierungen die Ebenen und die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar. ....	39
<b>Abbildung 12:</b> Seitenansicht auf die Ebene 2 der Anlage E (Voliere München) mit den Sitzstangen "A", "F3" und "K2". ....	39

<b>Abbildung 13:</b> Ansicht auf die erste Ebene der Anlage E (Voliere München) mit Aufstiegshilfe, dem Anflugbalkon „B“ und der Kante der unteren Ebene, „K1“.....	39
<b>Abbildung 14:</b> Aufsicht auf die Anlage E (Voliere München). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile dieser Anlage vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar. ....	40
<b>Abbildung 15:</b> Detaillierte Darstellung der einzelnen <b>Sitzstangen</b> der Anlagen A bis C. Jede Sitzstange ist grafisch dargestellt, kodiert mit Name und Anzahl, außerdem Benennung des Materials, Durchmesser, Höhe, Länge, Abstand zum Boden und zur Decke in cm. ....	41
<b>Abbildung 16:</b> Detaillierte Darstellung der einzelnen Sitzstangen der Anlagen D und E. Jede <b>Sitzstange</b> bzw. <i>Anflugbalkon</i> ist grafisch dargestellt, kodiert mit Name und Anzahl, außerdem Benennung des Materials, Durchmesser, Höhe, Länge, Abstand zum Boden und zur Decke in cm.....	42
<b>Abbildung 17:</b> Stufen der Erfassung von Verhaltensbeobachtungen – Die genutzten Methoden sind farblich hervorgehoben (Martin und Bateson, 2007). ....	47
<b>Abbildung 18:</b> Darstellung der genutzten Beobachtungsmethoden, -zeitpunkte und -intervalle im Zusammenhang mit der Lichtsteuerung und der Befüllung des Staubbades, modifiziert nach BERGMANN et al. (2011). Tageszeitraum (TZ) I = 30-minütige Phase während der Dämmerung in der Früh, TZ II = 60-minütige Phase nach der Dämmerung in der Früh und TZ III = 60-minütige Phase nach dem ersten Einstreuintervall. ....	50
<b>Abbildung 19: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage A</b> (n = 4) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%). ....	59
<b>Abbildung 20: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage A</b> (n = 4) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes. ....	60
<b>Abbildung 21: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage B</b> (n = 4) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%). ....	61
<b>Abbildung 22:</b> Darstellung eines Bildausschnittes einer Videosequenz der <b>Anlage B</b> mit der <b>Verteilung</b> der Tiere im Haltungssystem während der <b>Hellphase</b> des ersten UZR. Deutlich erkennbar ist, dass die Tiere, die sich in den Einstreubereichen/Staubbadematten aufhalten, kein Staubbadeverhalten sondern Wasseraufnahmeverhalten an der Tränke zeigen.....	62

<b>Abbildung 23: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage B</b> (n = 4) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.....	63
<b>Abbildung 24: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage C</b> (n = 3) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%). ....	64
<b>Abbildung 25:</b> Innenansicht in die <b>Anlage C</b> während der <b>Hellphase</b> . Zu beachten ist, dass die Hennen auf den Längs- und Quersitzstangen von unten stehenden Tieren gestört und bepickt werden können. Auch erkennbar ist, dass sich die Hennen ducken müssen, um sich unter den Längssitzstangen bewegen zu können.....	65
<b>Abbildung 26: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage C</b> (n = 3) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.....	66
<b>Abbildung 27: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage D</b> (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%). ....	67
<b>Abbildung 28:</b> Außenansicht eines Abteils der <b>Anlage D</b> während der <b>Dunkelphase</b> am Ende der Legeperiode (12. Legemonat). Ca. 18 Hennen sind auf der Sitzstange L1 zu beobachten.....	68
<b>Abbildung 29: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage D</b> (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes. ....	68
<b>Abbildung 30: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage E</b> (n = 2) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%). ....	69
<b>Abbildung 31: Verteilung</b> der Legehennen im Haltungssystem der <b>Anlage E</b> (n = 2) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.....	70

<b>Abbildung 32:</b> Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage A. ....	71
<b>Abbildung 33: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage A</b> (n = 4) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	72
<b>Abbildung 34: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage A</b> (n = 4) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	74
<b>Abbildung 35:</b> Darstellung der Sitzstangenpräferenzen der Legehennen in der <b>Anlage A</b> , Abteil ID 1.13 in der <b>Dunkelphase</b> des zweiten Untersuchungszeitraumes. Während die Sitzstange L5 gar nicht genutzt wird (Abbildung unten), drängt sich der Großteil der Tiere auf der anderen Seite des Abteils auf die Sitzstangen L1 und L2 sowie auf das Gitter (Abbildung oben). ....	76
<b>Abbildung 36:</b> Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage B. ....	77
<b>Abbildung 37: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage B</b> (n = 4) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	78
<b>Abbildung 38: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage B</b> (n = 4) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	79
<b>Abbildung 39:</b> Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage C. ....	81
<b>Abbildung 40: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage C</b> (n = 3) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	82
<b>Abbildung 41: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage C</b> (n = 3) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	83



<b>Abbildung 42:</b> Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage D. ....	86
<b>Abbildung 43:</b> Bildausschnitt einer Videosequenz während der <b>Hellphase</b> im zweiten Untersuchungszeitraum aus der <b>Anlage D</b> . Zu beachten sind die Hennen, die in der Mitte des Abteils auf der Sitzstange M, dem Kotbelüftungsschacht, stehen, um zu trinken. ....	87
<b>Abbildung 44: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage D</b> (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	88
<b>Abbildung 45: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage D</b> (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	89
<b>Abbildung 46:</b> Bildausschnitt aus einer Videosequenz der <b>Anlage D</b> während der <b>Dunkelphase</b> im ersten UZR mit Sicht auf die stark frequentierte <b>Sitzstange L2</b> im Vordergrund. Zu beachten ist die starke Nutzung dieser Sitzstange obwohl die Sitzstangen <b>M</b> (Kotbelüftungsschacht mittig im Abteil) und <b>L1</b> (gegenüberliegend) nicht voll besetzt sind. ....	90
<b>Abbildung 47:</b> Darstellung der Nutzungsfrequenz der Sitzstangen während der <b>Dunkelphase</b> in der <b>Anlage D</b> im dritten Untersuchungszeitraum. Die <b>Sitzstange L2</b> im Vordergrund mit ca. sieben Hühnern und die <b>Sitzstange M</b> , in der Mitte des Abteils, ohne darauf sitzende Hühner. ....	91
<b>Abbildung 48:</b> Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage E. ....	92
<b>Abbildung 49: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage E</b> (n = 2) während der <b>Hellphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). ....	93
<b>Abbildung 50: Sitzstangenpräferenz</b> der Legehennen in der <b>Anlage E</b> (n = 2) während der <b>Dunkelphase</b> , über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). Aufgrund der geringen Stichprobenzahl der Anlage E wurde für die Darstellung der Ergebnisse dieser Beobachtung kein Boxplot gewählt. ....	94

<b>Abbildung 51:</b> Bildausschnitt aus einer Videosequenz während der <b>Dunkelphase</b> aus dem zweiten Untersuchungszeitraum in der <b>Anlage E</b> , mit Blick auf die intensiv genutzten <b>Anflugbalkone C1 und C2</b> vor den Nestreihen.....	95
<b>Abbildung 52:</b> Vergleich der <b>Anlagen A bis E</b> bezüglich der <b>Staubbadnutzung</b> im <b>Tagesverlauf</b> als prozentualer Anteil der Tiere im Bereich des Staubbades während der Hellphase über drei Untersuchungszeiträume.....	102
<b>Abbildung 53:</b> Darstellung von Bildausschnitten aus einer Videosequenz im zweiten Untersuchungszeitraum im <b>Tageszeitraum III</b> der <b>Anlage D</b> . Die staubbadende Henne im linken Bild wird von einer anderen Henne beim Staubbaden gestört (Kodierung 1 = bepickt). Die Henne unterbricht ihre Staubbadsequenz, weicht auf die andere Seite des Abteils aus, zeigt dort eine kurze Sequenz von Staubbadeverhalten auf dem Gitter und beendet dann das Staubbad.....	107
<b>Abbildung 54:</b> Diese Bildserie zeigt im linken Bild zwei staubbadende Hennen im dritten Untersuchungszeitraum im <b>Tageszeitraum III</b> in der <b>Anlage A</b> . Die rechts auf der Matte staubbadende Henne wird von der links staubbadenden Henne verdrängt (Kodierung zwei), steht auf und unterbricht ihr Staubbad (mittleres Bild) um es dann für eine kurze Periode als Staubbadeverhalten auf dem Gitter vor dem Trog fortzusetzen (rechtes Bild).....	109
<b>Abbildung 55:</b> In diesem Bildausschnitt einer Videosequenz des dritten UZR der <b>Anlage A</b> , zum <b>Beobachtungszeitpunkt 7</b> (9:30), sind drei staubbadende Hennen sichtbar – eine auf der Matte und zwei beim Staubbaden auf dem Gitter vor dem Trog. ....	114
<b>Abbildung 56:</b> Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage A im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%). .....	115
<b>Abbildung 57:</b> Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage B im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%). .....	116
<b>Abbildung 58:</b> Staubbadende Hennen in der <b>Anlage C</b> . Erkennbar ist die starke Abnutzung der Staubbadematte in der Nähe des Futterrohres welches das Substrat auf die Matte füllt. ....	117
<b>Abbildung 59:</b> Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage C im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%). .....	118
<b>Abbildung 60:</b> Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage D im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%). .....	119

<b>Abbildung 61:</b> Anteil der staubbadenden Hennen auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage E im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%).	120
<b>Abbildung 62:</b> Durchschnittlicher Gesamtanteil (Einstreu und Gitter zusammen) der staubbadenden Hennen in Prozent (%), der Anlagen A bis E, zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume.	121
<b>Abbildung 63:</b> Durchschnittlicher Anteil der staubbadenden Hennen im Einstreubereich in Prozent (%), in den Anlagen A bis E, zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 h Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume.	122
<b>Abbildung 64:</b> Durchschnittlicher Anteil der staubbadenden Hennen auf dem Gitter in Prozent (%) in den Anlagen A bis E zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 h Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume.	123
<b>Abbildung 65:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage A über drei Untersuchungszeiträume (UZR) mit jeweils 15 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Links Abteile ohne LED (n = 2) über dem Staubbad, rechts Abteile mit LED (n = 2) über dem Staubbad.	125
<b>Abbildung 66:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage B (n = 4) über drei Untersuchungszeiträume (UZR) mit jeweils 15 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer.	126
<b>Abbildung 67:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage C (n = 3) über drei Untersuchungszeiträume (UZR), im ersten UZR bei 15 %, im zweiten und dritten UZR bei 18 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer.	127
<b>Abbildung 68:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage C bei drei möglichen Lichtintensitäten: 12 %, 15 % und 18 % der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer (12 % n = 3, 15 % n = 3, 18 % n = 9).	128
<b>Abbildung 69:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage D über drei Untersuchungszeiträume (UZR), im ersten, zweiten und dritten UZR bei 15 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer, Links Abteile ohne (n = 4), rechts Abteile mit LED (n = 2) über dem Staubbad.	129

<b>Abbildung 70:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage D bei den drei möglichen Lichtintensitäten 12 %, 15 % und 18 %, der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Links Abteile ohne, Rechts Abteile mit LED über dem Staubbad (ohne LED 12 % n = 4, 15 % n = 12, 18 % n = 4; mit LED 12 % n = 2, 15 % n = 6, 18 % n = 2).	130
<b>Abbildung 71:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage E (n = 2) über drei Untersuchungszeiträume (UZR), im ersten, zweiten und dritten UZR bei 25 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Der Bereich „Staubbad“ entspricht dem Bereich „Sektionsmitte“. Die Skala ist gegenüber den Abbildungen 65 bis 70 verändert.	131
<b>Abbildung 72:</b> Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage E bei zwei möglichen Lichtintensitäten, 21 % (n = 2) und 25 % (n = 6) der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Der Bereich „Staubbad“ entspricht dem Bereich „Sektionsmitte“. Die Skala ist gegenüber den Abbildungen 65 bis 70 verändert.	132
<b>Abbildung 73:</b> Vergleich der Staubbadeaktivität als durchschnittliche relative Anzahl der Staubbadesequenzen pro Huhn in Prozent, mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes, vergleichend in den Abteilen mit und ohne LED, der Anlagen A (jeweils n = 2) und D (1. und 2. UZR ohne LED n = 4; mit LED n = 2; 3. UZR ohne LED n = 2; mit LED n = 1), im Tageszeitraum III über drei Untersuchungszeiträume.	135
<b>Abbildung 74:</b> Darstellung des Verletzungsscores (Anlagenmittelwert aus Einzeltieruntersuchungen als Summe der verletzten Körperregionen [max. 9] in Schweregrade [Grad 0, 1 und 2], höchstmöglicher Score = 18) der Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume.	137
<b>Abbildung 75:</b> Darstellung des durchschnittlichen bonitierten Verletzungsgrades (Grad 0, 1 und 2) an den beurteilten Körperregionen der Hennen der Anlage A bis E über drei Untersuchungszeiträume.	138
<b>Abbildung 76:</b> Darstellung der Gesamtmortalität in Prozent (%) in den Anlagen A bis E im Verlauf der Legeperiode.	139
<b>Abbildung 77:</b> Darstellung der Mortalität der Anlage D in Prozent (%) im Verlauf der Legeperiode, unterteilt nach Abteilen ohne und mit zusätzlichem Nestvorhang.	141

# 1 EINLEITUNG

---

Die nationalen und in Europa rechtlich geltenden Bestimmungen zur Haltung von Legehennen unterliegen häufigen Veränderungen. Das endgültige Verbot der konventionellen Käfighaltung seit dem 1. Januar 2010 führte zur Einführung der Kleingruppenhaltung mit dem § 13b der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) als Alternative zum konventionellen Käfig. Im Oktober 2010 wurde jedoch aufgrund eines Verfahrensfehlers der § 13b der TierSchNutztV (2006), der die Haltung von Legehennen in Kleingruppenhaltungen regelt, vom Bundesverfassungsgericht für verfassungswidrig erklärt. Die Anforderungen des § 13b waren noch bis zum 31. März 2012 anwendbar. Seitdem muss das Haltungssystem Kleingruppenhaltung nach den allgemein gültigen tierschutzrechtlichen Vorgaben beurteilt werden.

Ziel des in dieser Dissertation vorgestellten Projektes ist es, das Verhalten und die Gesundheit von Legehennen im Haltungssystem „Kleingruppenhaltung“ nach dem § 13b der TierSchNutztV (2006) unterschiedlicher Hersteller, vergleichend zu untersuchen. Zusätzlich sollen die Wirtschaftlichkeit und Tiergerechtigkeit dieses Haltungssystems im Rahmen des Verbundprojektes untersucht werden. Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Dissertation liegt in Verhaltensbeobachtungen an Hennen in vier verschiedenen Kleingruppenhaltungen. Die Nutzung angebotener Ressourcen und der Einfluss des Lichtmanagements auf das Verhalten der Tiere sollte detailliert erfasst werden. Hierbei wurde das Verhalten der Hennen der Legelinie Lohmann Selected Leghorn (LSL) bezüglich der Nutzung und Akzeptanz von verschiedenen Sitzstangen, des Einstreubereiches sowie die Aus- und Durchführbarkeit des Staubbadeverhaltens untersucht. Ziel ist es herauszufinden inwieweit die natürlichen Verhaltensweisen, unter den verschiedenen Haltungsbedingungen ausgeführt werden können und welche Optimierungen möglich wären, um die Nutzungsmöglichkeiten der Ressourcen zu verbessern.

Um einen Vergleich zwischen den Systemen der „Kleingruppenhaltung“ und der „Bodenhaltung“ ziehen zu können, wurden als interne Kontrollgruppe Hennen des gleichen Schlupfes und identischer Aufzucht in einem Voliersystem eingestallt und gleichermaßen betreut und beobachtet.

## 2 LITERATURÜBERSICHT

---

Im Folgenden wird der Stand der Wissenschaft zum Thema der Arbeit, nämlich das Verhalten von Legehennen in Bezug auf die Nutzung von Sitzstangen und des Einstreubereiches, des Staubbadens sowie der Einfluss von Licht anhand relevanter Literatur zusammengefasst. Zudem werden die rechtlichen Grundlagen und politischen Aspekte der Haltung von Legehennen in der Kleingruppenhaltung der Literaturzusammenfassung vorangestellt.

### 2.1 RECHTLICHE GRUNDLAGE UND POLITISCHE ASPEKTE

---

Die Haltung von Legehennen in nicht ausgestalteten Käfigen, die beim Verbraucher unter dem Begriff „Käfigbatterien“ bekannt sind, war im Prinzip in Deutschland seit dem 1.1.2007 verboten. Mit geeigneten Umbaukonzepten und einer Anzeige bei der Behörde konnten Landwirte jedoch eine Verlängerung der Genehmigung der Haltung von Legehennen in Käfigbatterien bis zum 31.12.2009 erhalten. Entsprechend ist seit dem 1. Januar 2010 die konventionelle Käfighaltung in Deutschland endgültig verboten (TIERSCHNUTZTV, 2006). Das erforderliche Platzangebot in einem nicht ausgestalteten, konventionellen Käfig lag bei 550 cm<sup>2</sup> pro Tier. Ein Nest, Einstreubereich oder Sitzstangen waren in derartigen Käfigen nicht vorhanden (RL1999/74/EG). Am 12.10.2010 erklärte das Bundesverfassungsgericht den § 13b der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung („Besondere Anforderungen an die Kleingruppenhaltung“) und die hierzu erlassenen Übergangsvorschriften, § 33 Absatz 3 und 4, aufgrund eines Verfahrensfehlers für unvereinbar mit dem Artikel 20a des Grundgesetzes und somit für verfassungswidrig (BVERFG, 2010). Die Anforderungen der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung waren nur noch bis zum 31. März 2012 anwendbar, bis dahin sollte eine Neuregelung erfolgen. Aufgrund von Unstimmigkeiten zwischen Bund und Ländern und fehlender Einigung für zeitlich befristete Übergangsregelungen, lag es nun in der Hand der Vollzugsbehörden der einzelnen Bundesländer die Kleingruppenhaltung nach „allgemeinen tierschutzrechtlichen Vorgaben“ zu beurteilen. „Einig sind sich Bund und Länder in dem Grundsatz, dass die Kleingruppenhaltung auslaufen wird“ (BMELV, 2012). Deutschland ist einer der Vorreiter der Umsetzung des Tierschutzes in dem Bereich der Legehennenhaltung in der Europäischen Union. So wurde die Haltung von Legehennen in nicht ausgestalteten Käfigen in der Europäischen Union erst ab dem 1.1.2012, also zwei Jahre nach dem Verbot in Deutschland, untersagt (RL1999/74/EG). In Österreich ist das Verbot der Haltung von Legehennen in konventionellen Käfigen sogar schon am 1.1.2009 in Kraft

getreten (LEBENSMINISTERIUM.AT, 2011). In 13 europäischen Ländern erfolgte keine fristgerechte Umsetzung der Richtlinie und eine Umstellung der Legehennen in alternative Systeme. Italien und Griechenland wurden im April 2013 von der Europäischen Kommission verklagt, da sie die Richtlinie 1999/74/EG nicht ordnungsgemäß umgesetzt haben und dort noch Legehennen in nicht ausgestalteten Käfigen gehalten wurden (AGRARHEUTE.COM, 2013). Ein problematisches Thema ist neben der Umsetzung der Richtlinien der gesetzliche Umgang mit dem Import von Eiern, die außerhalb der Europäischen Union produziert wurden. Für diese gibt es keine Reglementierungen. Eier, die zum Beispiel in den Vereinigten Staaten, Mexico oder der Türkei in den herkömmlichen Käfigbatterien produziert wurden, dürfen importiert werden, denn sie stammen aus einem im Herkunftsland zugelassenen Tierhaltungssystem (PRESSE, 2012).

Eine Zusammenfassung statistischer Kennzahlen der weltweit führenden Länder in Bezug auf Eiproduktion zeigt, dass Deutschland ( $0,6 \times 10^{12}$  Tonnen Eier/Jahr) lediglich auf Platz 15 in der weltweiten Eiproduktion steht. Führend sind China ( $24 \times 10^{12}$  Tonnen Eier/Jahr), gefolgt von USA und Indien (LUKANOV und ALEXIEVA, 2013).

#### **RICHTLINIE DER EUROPÄISCHEN UNION, RL 1999/74/EG**

In der Richtlinie 1999/74/EG des Rates (vom 19. Juli 1999) werden Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen festgelegt. Die Richtlinie gilt ausschließlich für Betriebe mit mehr als 350 Legehennen. Im Kapitel III, Artikel 6 dieser Richtlinie sind Bestimmungen für die Haltung von Legehennen in ausgestalteten Käfigen festgelegt. So muss einer Legehenne in einem ausgestalteten System eine Käfigfläche von mindestens  $750 \text{ cm}^2$  zur Verfügung stehen, wovon mindestens  $600 \text{ cm}^2$  „nutzbare Fläche“ sein müssen (mit einer Höhe von mindestens 45 cm und einer maximalen Neigung von 14 %). Die gesamte Käfigfläche darf nicht geringer als  $2000 \text{ cm}^2$  sein. Jeder Legehenne muss außerdem ein „Nest“ (definiert als „gesonderten Bereich zur Eiablage [...] für dessen Bodengestaltung kein Drahtgitter [...] verwendet werden darf“) und ein Einstreubereich mit Einstreumaterial (definiert als „Material mit lockerer Struktur, das es den Hennen ermöglicht, ihre ethologischen Bedürfnisse zu befriedigen“) zur Verfügung stehen. Weiterhin müssen Sitzstangen vorhanden sein, die jeder Henne einen Platz von 15 cm Länge bieten. Im Anhang der Richtlinie ist zudem festgelegt, dass die Ausleuchtung des Stalls so erfolgen muss, dass die Hennen sich untereinander klar erkennen, ihre Umgebung visuell erfassen können und eine ununterbrochene Dunkelperiode (Richtwert von acht Stunden) vorhanden sein soll.

## **TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG**

In der „Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung“ (TIERSCHNUTZTV, 2006) vom 22. August 2006, zuletzt geändert am 1. Oktober 2009, werden unter anderem die Richtlinien 98/58/EG zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und 1999/74/EG zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz von Legehennen umgesetzt. Im Abschnitt 3, § 13 (2) 2., der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV), werden zunächst allgemeine Anforderungen an Haltungseinrichtungen für Legehennen festgelegt. So müssen die Haltungseinrichtungen „...so ausgestattet sein, dass alle Legehennen artgemäß fressen, trinken, ruhen, staubbaden sowie ein Nest aufsuchen können.“ Der Boden aller Haltungseinrichtungen muss so beschaffen sein, dass die Tiere einen festen Stand finden können. Tränke- und Futtereinrichtungen müssen in dem Ausmaß verteilt und bemessen sein, dass alle Hennen jederzeit Zugang haben. Weiterhin muss, nach Abschnitt 3, § 13, (5) jeder Legehenne ein Nest für die ungestörte Eiablage zur Verfügung stehen sowie ein Einstreubereich, der die artgemäßen Bedürfnisse wie Picken, Scharren und Staubbaden ermöglicht. Sitzstangen müssen so bemessen sein, dass ein gleichzeitiges Ruhen aller Hennen möglich ist. Eine Gegenüberstellung der EU-Richtlinie und der TierSchNutzTV bezüglich der Haltungsformen Bodenhaltung, Kleingruppe und der heute innerhalb der EU verbotenen Käfigbatterie ist in der Tabelle 1 dargestellt.



**Tabelle 1:** Gesetzliche Anforderungen verschiedener Haltungssysteme nach Vorgaben der Europäischen Union (RL 1999/74/EG) und der deutschen TierSchNutzV (2006)

(\* = Einstreu wird nur zur nutzbaren Fläche gerechnet, wenn dieser während der gesamten HELLPHASE zur Verfügung steht).

Anforderungen	RL 1999/74/EG der EU bezüglich alternativer Haltungssysteme (1999)	TierSchNutzV des Deutschen Gesetzes bezüglich Bodenhaltung (2006)	RL 1999/74/EG der EU bezüglich Kleingruppenhaltung (1999)	TierSchNutzV des deutschen Gesetzes bezüglich Kleingruppenhaltung (2006)	RL 1999/74/EG der EU bezüglich nicht ausgestalteter Käfige („Käfigbatterie“) (1999)
<b>Grundfläche („nutzbare Fläche“)</b>	9 Hennen / m <sup>2</sup> nutzbare Fläche	9 Hennen / m <sup>2</sup> nutzbare Fläche (*); bei mehreren Ebenen max. 18 Hennen / m <sup>2</sup> Stallgrundfläche	750 cm <sup>2</sup> / Henne; gesamte Käfigfläche nicht < 2000 cm <sup>2</sup>	800 cm <sup>2</sup> / Henne; wenn > 2 kg Körpergewicht 900 cm <sup>2</sup> / Henne	550 cm <sup>2</sup> / Henne
<b>Einstreubereich</b>	Mind. 250 cm <sup>2</sup> / Henne, mind. 1/3 der Stallgrundfläche	Mind. 250 cm <sup>2</sup> / Henne, mind. 1/3 der Stallgrundfläche	Muss vorhanden sein, keine Vorschrift zur Größe	900 cm <sup>2</sup> / 10 Hennen bei > 30 Hennen 90 cm <sup>2</sup> zusätzlich / Henne	Keine Vorgaben
<b>Nest</b>	Einzelnest für 7 Hennen <i>oder</i> 1 m <sup>2</sup> Nestfläche für 120 Hennen	Für 7 Hennen Nestfläche 25 x 35 cm <i>oder</i> 1 m <sup>2</sup> Nestfläche für 120 Hennen	Muss vorhanden sein, keine Vorschrift zur Größe	900 cm <sup>2</sup> / 10 Hennen bei > 30 Hennen 90 cm <sup>2</sup> mehr/Henne	Keine Vorgaben
<b>Sitzstangenlänge</b>	15 cm / Henne, nicht über dem Einstreubereich	15 cm / Henne, nicht über Einstreubereich	15 cm / Henne	15 cm / Henne, mind. 2 /Abteil in unterschiedlicher Höhe	Keine Vorgaben
<b>Höhe der Haltungseinrichtung</b>	Mind. 45 cm Abstand zwischen den Ebenen	Mind. 45 cm Abstand zwischen den Ebenen	Mind. 45 cm	An keiner Stelle < 50 cm; an den Seiten (Futternagel) mind. 60 cm	In 65 % des Käfigs mind. 40 cm, an keiner Stelle < 35 cm
<b>Beleuchtung</b>	Tiere müssen sich gegenseitig erkennen und Umgebung visuell erfassen können; ununterbrochene Dunkelphase (8 Stunden) und Dämmerphase	Tiere müssen sich gegenseitig erkennen und Umgebung visuell erfassen können; Mind. 8 Stunden ununterbrochene Dunkelphase mit < 0,5 Lux und Dämmerphase	Tiere müssen sich gegenseitig erkennen und Umgebung visuell erfassen können; ununterbrochene Dunkelphase (8 Stunden) und Dämmerphase	Tiere müssen sich gegenseitig erkennen und Umgebung visuell erfassen können; ≤ 8 Stunden ununterbrochene Dunkelphase mit < 0,5 Lux und Dämmerphase	Tiere müssen sich gegenseitig erkennen und Umgebung visuell erfassen können; ununterbrochene Dunkelphase (Richtwert 8 Stunden) und Dämmerphase
<b>Sonstiges</b>	≤ 4 Ebenen	≤ 4 Ebenen, Nicht > 6000 Tiere ohne räumliche Trennung			In allen Mitgliedstaaten der EU ab dem 1.1.2012 verboten

## 2.2 NORMALVERHALTEN DES DOMESTIZIERTEN HAUSHUHNS (*GALLUS GALLUS DOMESTICUS*)

---

### 2.2.1 STAUBBADEVERHALTEN

---

Es gibt zahlreiche experimentelle Untersuchungen zum Ablauf und Funktion des Staubbadeverhaltens, zu Präferenzen von Staubbadesubstraten und zu Verhaltensstörungen, die aus dieser Verhaltensweise hervorgehen.

Nach Auffassung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA, 2005) ist das Staubbadeverhalten von Legehennen ein „high priority behavior“ und damit eine Verhaltensweise, deren Ausführung essentiell für das Wohlbefinden der Tiere ist. HÖRNING (2009) stellt in einem Gutachten im Auftrag vom Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, Rheinland-Pfalz dar, dass den Legehennen in Kleingruppenhaltung „(...) kein vollständiges Staubbaden möglich (...)“ ist und die Tiere „(...) keine Befriedigung des zugrunde liegenden Verhaltensbedürfnisses erreichen“ können. BESSEI (2010) sieht dagegen aus ethologischer Sicht in der Kleingruppenhaltung einen Fortschritt und stuft dieses Haltungssystem, aus Sicht ethologischer Kritikpunkte als tiergerecht ein.

#### ABLAUF DES STAUBBADEVERHALTENS

Man kann vier Phasen des Staubbadens unterscheiden, die von VAN ROOIJEN (2005) wie folgt zusammenfassend beschrieben werden:

##### ***I. Die Vorbereitungsphase***

In der Vorbereitungsphase schaffen die Hennen sich eine für das Staubbaden geeignete Stelle und lockern das Substrat auf. Typische Verhaltensmuster, die in dieser Phase gezeigt werden, sind das Kratzen mit beiden Beinen, Picken und Rechen mit dem Schnabel (so genanntes „bill raking“). Danach stellen die Hennen ihre Federn auf und legen sich hin.

##### ***II. Die Einleitungsphase***

In dieser Phase versuchen die Hennen das Substrat in ihre Federn zu bringen. Dazu gehört auf der Seite liegen (siehe Abbildung 1), „vertikales Flügelschlagen“, „bill raking“, den Kopf am Boden reiben, mit einem Bein kratzen sowie auch vertikale Rotationen um die eigene Achse (ENGELMANN, 1984).



**Abbildung 1:** Staubbadende Henne in einer Freilandhaltung in der Einleitungsphase.

### ***III. Die Einwirkungsphase***

Wenn geeignetes Substrat vorliegt, findet in dieser Phase das Einwirken des Substrates statt. Bestenfalls kämmt dieses regelrecht die Federn und heftet sich an Parasiten, Hautschuppen sowie an oxidierte Fette von Federn und Haut.

### ***IV. Die Nachphase***

Durch Schütteln des Körpers und der Flügel wird das Substrat mit anheftenden Partikeln entfernt und das Federkleid geordnet (VAN ROOIJEN, 2005).

Von FÖLSCH und VESTERGAARD (1981) wird das Staubbadeverhalten dagegen in insgesamt sieben Phasen unterteilt:

1. Picken, Scharren und anschließend langsames Ablegen
2. Abwechselnd mit den Füßen scharren
3. Mit dem Flügel Material ins Federkleid schleudern
4. Kopf-Fuss-Streifen
5. Auf der Seite liegen, Füße gegen den Muldenrand strecken
6. Verlassen der Mulde
7. Axiales Körperschütteln

VAN LIERE et al. (1990) unterscheiden „kurze“ (0-5 Minuten) und „lange“ (20-30 Minuten) Staubbäder, wobei die Autoren betonen, dass die Hennen, die ein kurzes Staubbad ausführen lediglich bis zur Einleitungsphase („tossing“) kommen und dann das Staubbad, aufgrund des fehlenden Erfolges der Einleitungsphase (das Substrat sollte bis zur Haut vordringen), beenden.

HÖRNING (2009) geht aufgrund von Ergebnissen mehrerer Studien in seinem Gutachten davon aus, dass den Hennen in Kleingruppenhaltungen kein vollständiges Staubbaden möglich ist. Die einzelnen Phasen können nicht durchlaufen werden, da die Einstreubereiche zu klein sind. VAN ROOIJEN (2005) kommt zu der Schlussfolgerung, dass Hennen in ausgestalteten Käfigen kein vollständiges Staubbadeverhalten zeigen können und dies indirekt und direkt zum Leiden der Tiere führt.

### **FUNKTION DES STAUBBADENS**

Das Staubbaden erfüllt mehrere Funktionen, die auch abhängig von dem zur Verfügung stehenden Staubbadesubstrat sind (VAN LIERE, 1991). Das Staubbaden dient in erster Linie der Entfernung von überschüssigen Lipiden und Ektoparasiten aus dem Federkleid sowie der Verbesserung der Federstruktur (VESTERGAARD, 1982). Der Effekt des Staubbadens auf die Qualität des Federkleides wurde schon 1973 an japanischen Wachteln beschrieben (HEALY und THOMAS, 1973). Die Autoren zeigten, dass Sandkörner einen bürstenähnlichen Effekt haben.

Obwohl schon lange davon ausgegangen wurde, dass das Staubbaden auch der Entfernung von Ektoparasiten diene, wurde dies über lange Zeit nicht wissenschaftlich experimentell nachgewiesen (VESTERGAARD, 1982; VAN LIERE, 1991; OLSSON und KEELING, 2005). Erst aus einer kürzlich veröffentlichten Studie geht hervor, dass das Staubbaden die Belastung mit Ektoparasiten reduzieren kann (MARTIN und MULLENS, 2012). Die Ergebnisse dieses Experiments zeigten eine Reduzierung der Ektoparasiten in 80-100 % der Hennen, bereits nach einer Woche des Staubbadens in einem Substrat aus Kieselerde, Kaolin Ton oder Sulfur.

### **PRÄFERENZEN BEZÜGLICH DES SUBSTRATES**

Der Einfluss der unterschiedlichen Substrate auf das Staubbaden wurde in mehreren Studien untersucht. Dabei scheinen Vögel schon beim Schlüpfen eine Prädisposition zu haben geeignetes Staubbadesubstrat zu erkennen (PETHERICK et al., 1995).

Hennen bevorzugen Substrate mit kleinen feinkörnigen Partikeln (VAN LIERE et al., 1990; OLSSON und KEELING, 2005). Wenn man Legehennen die Möglichkeit gibt, zwischen Torf,

Sand und Holzspänen als Staubbadesubstrat zu wählen, bevorzugen sie Torf über Sand (DE JONG et al., 2007) und Sand über Holzspänen (VAN LIERE et al., 1990; VAN LIERE, 1991). Die physikalischen Eigenschaften von Sand und Holzspänen sind unterschiedlich. So sind Sandkörner klein und schwer, Holzspäne dagegen sind größer, leicht und haften schnell an den distalen Federanteilen. Holzspäne werden, bedingt durch ihre Teilchengröße und auch dadurch, dass sie in der Einleitungsphase des Staubbades bereits im distalen Bereich der Federn anhaften, schlecht im Gefieder verteilt. Die verminderte Effektivität von Holzspänen als Staubbadesubstrat wird auch dadurch unterstrichen, dass die Einwirkungsphase in diesem Substrat nur gehemmt gezeigt wird. Die Einwirkungsphase ist also direkt abhängig von der Effektivität der Einleitungsphase (VAN LIERE et al., 1990). SANOTRA et al. (1995) stellten fest, dass Federn als Staubbadesubstrat genauso wenig attraktiv sind wie Holzspäne oder Stroh. Laut den Autoren sind die Tiere einer erhöhten Gefahr zur Entwicklung von Federpicken ausgesetzt, wenn in der Aufzuchtperiode Stroh oder Holzspäne als Einstreumaterial genutzt wird.

Die Erfahrung der Junghennen mit Staubbadesubstrat ist entscheidend für spätere Substratpräferenzen (VESTERGAARD und BARANYIOVA, 1994; PETHERICK et al., 1995; SANOTRA et al., 1995).

In den Kleingruppenhaltungen haben die Tiere in der Regel eine AstroTurf®-Matte als Einstreubereich. Dies ist eine Art Kunstrasenmatte, die in regelmäßigen Abständen mit Futter als Substrat bestückt wird. In einem Versuch von SCHOLZ et al. (2010) bei dem Legehennen in Kleingruppenhaltung zwischen Legemehl, Holzspäne, Lignozellulose (SoftCell®, Agravis Raiffeisen AG, Münster) und einer AstroTurf®-Matte ohne Einstreu als Staubbadesubstrat wählen konnten, zeigten die Hennen eine signifikante Präferenz für Lignozellulose. Legemehl und AstroTurf®-Matten ohne Einstreu wurden mit geringster Intensität genutzt. Das Legemehl bevorzugten die Hennen dagegen signifikant am häufigsten für die Nahrungssuche (SCHOLZ et al., 2010). Den Grund für die Ablehnung von Legemehl als Staubbadesubstrat sehen die Autoren in dem hohen Fettgehalt des Futters, der die Entfernung von Lipiden beeinträchtigt. Futter scheint wegen des hohen Fettgehaltes als Substrat per se nicht geeignet zu sein, denn Legehennen bevorzugten in einem weiteren Versuch Substrate mit niedrigen Fettgehalten gegenüber Substraten mit hohen Fettgehalten (SCHOLZ et al., 2011).

Schließlich spielt auch die Größe der Staubbadegelegenheit eine Rolle für die Staubbadeaktivität, wobei eine positive Korrelation besteht (APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON et al., 1996; TELLE, 2011; DÖRING, 2012).

In einer kürzlich veröffentlichten Studie zur Eignung von AstroTurf® Matten als Staubbadematte wurde festgestellt, dass diese Matten, mit und ohne Futter als Einstreusubstrat als Staubbadegelegenheit für Legehennen ungeeignet sind. Die Hennen der Untersuchung bevorzugten zum Staubbaden in einem Käfigsystem eine Staubbadebox mit Sand vor den Matten (ALVINO et al., 2013). In einer Untersuchung zur Motivation Staubbadeverhalten zu zeigen wurde festgestellt, dass Voliersysteme diese anscheinend mehr befriedigen können als konventionelle Käfige (COLSON et al., 2007). Dabei wurde die Latenzzeit bis Staubbadeverhalten gezeigt wurde sowie die Anzahl und Dauer der Staubbadevorgänge untersucht.

#### **DAUER UND FREQUENZ DES STAUBBADEVERHALTENS**

Untersuchungen zur Dauer und Frequenz des Staubbadeverhaltens ergaben, dass ein vollständiges Staubbad jeden zweiten Tag für 20-30 Minuten (Min.) ausgeführt wird (VESTERGAARD, 1982; VAN LIERE et al., 1990). Bei einem Vergleich zwischen konventionellen Käfigen mit ausgestalteten Käfigen, wurden in den konventionellen Käfigen mehrfache Staubbadesequenzen mit jeweils 10 Sekunden (Sek.) Dauer und in ausgestalteten Käfigen durchschnittlich 5 Min. lange Staubbadesequenzen beobachtet (APPLEBY et al., 1993). Der Vergleich der Staubbaddauer von Freilandhennen mit Hennen aus einem Käfigsystem (Aviplus) ergab 20 Min für die Freilandtiere versus 8 Min. und 39 Sek. für die Tiere im Käfigsystem (SEWERIN, 2002). Ein weiterer Vergleich zwischen Freilandhennen und Hennen in einem Käfigsystem ohne Einstreu ergab einen signifikanten Unterschied, mit 12 Min. Staubbadedauer für die Freilandhennen und ca. 6 Min. für die Käfighennen (FÖLSCH et al., 1986). Auch der Vergleich von Großvolieren und ausgestalteten Käfigen ergab, dass ein Staubbad in Kleingruppenhaltung mit ca. 5 Min. kürzer war als in der Großvoliere mit ca. 15 Min. (HERGT, 2007). VESTERGAARD (1987) fand heraus, dass Tiere, die auf Käfiggitter ohne Einstreu gehalten wurden, im Durchschnitt genauso viel Zeit mit Staubbaden, beziehungsweise Pseudostaubbaden (dem als Verhaltensstörung eingestuften Staubbaden auf dem Käfiggitter), verbrachten wie Hennen, die Sand zur Verfügung hatten. Allerdings unterbrachen diese Tiere ihr Staubbad häufiger, zeigten mehrere Anläufe und staubbadeten an mehr Tagen. Dies wird mit einer höheren internen Motivation durch die schwachen externen Stimuli erklärt (VESTERGAARD, 1987). TELLE (2011) fand keinen signifikanten Einfluss der Haltungsform (Kleingruppenhaltung und Bodenhaltung) auf die Staubbadedauer.

## **GRÜNDE FÜR DAS BEENDEN EINES STAUBBADES IN UNTERSCHIEDLICHEN HALTUNGEN**

Ein ‚normales Ende‘ des Staubbadens zeichnet sich durch das ruhige Aufstehen des Huhns und anschließendes Entfernen des Substrates durch vertikales Schütteln des Körpers aus. In Käfigsystemen kann die Ursache für das Beenden eines Staubbades aber auch Ausdruck aggressiver oder anderen störenden Verhaltensweisen, z.B. Wegdrängen durch andere Hennen, sein (VESTERGAARD, 1987; HERGT, 2007; TELLE, 2011).

Zudem kann ein schmerzhafter Kontakt mit dem Gitterboden und der Mangel an positivem Feed-back (kein Erfolg - kein Substrat im Federkleid), in nicht ausgestalteten Käfigen, ein möglicher Grund für das Beenden sowie Unterbrechungen des Staubbadens sein (VESTERGAARD, 1987). In einer Untersuchung an Hennen in ausgestalteten Käfigen im Vergleich zu Bodenhaltungssystemen wurden in ausgestalteten Käfigen 100 % der Staubbäder durch störende Einflüsse anderer Hennen unterbrochen, im Voliersystem jedoch auch 50 % der Staubbäder (DE JONG et al., 2006).

## **VERHALTENSREGULATION**

Die Motivation der Tiere Staubbadeverhalten zu zeigen, ergibt sich zum Teil auch aus der Funktion dieses Verhaltens. So führt eine Zunahme an überflüssigen und alten Lipiden zu einer zunehmenden Tendenz Staubbadeverhalten zu zeigen (VAN LIERE, 1991). LEVINE et al. (1974) beschreiben jedoch, dass der Drang nach Entfernung von Lipiden nicht der einzig entscheidende Faktor für die Motivation des Staubbadens sein kann. Die Hennen zeigten selbst lange Zeit nach experimenteller Entfernung der Bürzeldrüsen noch Staubbadeverhalten. Sozialverhalten und auch der Rangstatus innerhalb der Gruppe haben Einfluss auf das Staubbaden (LUNDBERG und KEELING, 2003). Der Anblick staubbadender Hennen kann dieses Verhalten auslösen und die Tiere baden, wenn die Möglichkeit besteht und der Einstreubereich groß genug ist, häufig gemeinsam (DUNCAN et al., 1998; SEWERIN, 2002). Die Synchronisation des Staubbadeverhaltens ist in der Abbildung 2 dargestellt.

Externe Stimuli wie Licht, Temperatur und Substrat haben zusätzlich einen großen Einfluss auf das Verhalten der Tiere im Einstreubereich. Der Anblick eines geeigneten Staubbadesubstrates, obwohl unerreichbar, kann zusätzlich zu anderen Faktoren als Auslöser wirken (PETHERICK et al., 1995). Licht und Temperatur haben einen direkt motivierenden Effekt, wobei vor allem der Einfluss von Licht eminent ist (HOGAN und VAN BOXEL, 1993;

DUNCAN et al., 1998). Die Staubbadedauer und -frequenz konnte experimentell durch eine Lichtquelle erhöht werden (HOGAN und VAN BOXEL, 1993).

Bei ständigem Zugang zum Einstreubereich zeigen die Hennen das Staubbadeverhalten besonders zwischen 12:00 und 13:00 Uhr (VESTERGAARD, 1982). In Untersuchungen bezüglich der Nutzung des Einstreubereiches wurden bei Beobachtungen an Hennen in Kleingruppenhaltungen ca. 10 % der Tiere in diesem Bereich gesehen (RÖNCHEN et al., 2010). In einer Untersuchung an Hennen in einem Voliersystem dagegen 22,7 % der Tiere im Bereich der Einstreu (CARMICHAEL et al., 1999). Weitere Studien weisen darauf hin, dass der Bereich der Einstreu in Kleingruppenhaltungen nicht ausschließlich zum Staubbaden sondern insbesondere im Rahmen von Futtersuchverhalten genutzt wurde (APPLEBY et al., 2002; HERGT, 2007). Staubbadematten, die mit Futter befüllt sind werden häufiger aufgesucht (SEWERIN, 2002; HERGT, 2007) und intensiver zum Staubbaden genutzt (SEWERIN, 2002; DÖRING, 2012). Insbesondere ranghohe Tiere haben häufiger Zugang zu Einstreubereichen (SHIMMURA et al., 2007).

Ein Bereich von 1200 cm<sup>2</sup> als Einstreubereich in ausgestalteten Käfigen wird als ausreichender Platz für zwei Legehennen angesehen und sollte in einer Gruppe von 4 bis 5 Tieren vorhanden sein (APPLEBY, 1998).



**Abbildung 2:** Synchronisation des Staubbadeverhaltens - ca. 30 gemeinsam staubbadende Hennen in einer Freilandhaltung.



In einer Studie in einem Volierensystem wurden im Tagesverlauf zu einem Untersuchungszeitpunkt ca. 2 % bis 4 % der Hennen beim Staubbaden beobachtet. Dabei bestand ein Zusammenhang zwischen der Besatzdichte und den Anteilen der staubbadenden Hennen. Bei niedrigeren Besatzdichten staubbadeten mehr Hennen (CARMICHAEL et al., 1999). In Beobachtungen an LSL Hennen in einer Kleingruppenhaltung wurden durchschnittlich 0,002 % der Hennen beim Staubbaden im Bereich des Einstreubereiches und 1,08 % der Hennen beim Staubbaden auf dem Käfiggitter notiert (RÖNCHEN et al., 2010).

VESTERGAARD et al. (1997) zeigten in Versuchen mit Legehennen, dass die Unfähigkeit Staubbadeverhalten durchzuführen zu erhöhten Cortisolwerten im Blut der Tiere führt und die Tiere dabei Stress erfahren. GUESDON und FAURE (2008) konnten dagegen keine Frustration der Legehennen nach dem Entzug von Staubbadesubstrat feststellen.

## 2.2.2 RUHEVERHALTEN UND DIE BEDEUTUNG VON SITZSTANGEN

---

### **RUHEPOSITIONEN UND RUHEVERHALTEN**

Bei Hühnern wird zwischen dem Dösen und dem eigentlichen Schlafen unterschieden. Beim Dösen haben die Hühner den Kopf leicht nach vorne geneigt und die Augen entweder geöffnet oder geschlossen, wobei der Schwanz dabei locker herab hängt. Beim Schlafen wird der Kopf nach hinten unter die Federn eines Flügels gesteckt (BLOKHUIS, 1984).

Hühner verfügen über einen so genannten „Tendon-Lock-Mechanism“, einem Verschlussmechanismus, der es ihnen ermöglicht die distalen Zehengelenke ohne Kraftaufwand in einer Beugeposition zu halten. Dieser Zehenschluss ermöglicht einem Huhn ab dem 15. Lebenstag sich ohne zusätzlichen Energieverbrauch auf einem Ast oder einer Sitzstange festzuhalten (QUINN und BAUMEL, 1990).

Sitzstangen bieten Hühnern die Möglichkeit artgemäßes Ruheverhalten zu zeigen und erhöhen das Wohlbefinden der Tiere (DUNCAN et al., 1992; OLSSON und KEELING, 2000; EFSA, 2005).

Die gesetzlich vorgeschriebene Mindestlänge ist 15 cm Sitzstange pro Huhn. Nach Untersuchungen von APPLEBY (1995) sind 14 cm Sitzstangenlänge pro Legehybrid ausreichend.

Als optimaler Sitzstangendurchmesser wurde ca. 4,5 cm ermittelt (STRUELENS et al., 2009; PICKEL et al., 2010). Von der Sitzstange bis zur Decke sollte mindestens 19-24 cm Abstand sein (STRUELENS und TUYTTENS, 2009). Wichtig ist, dass die Hennen auf den Sitzstangen

nicht von Artgenossen von unten bepickt werden können (EFSA, 2005). HÖRNING (2009) fasst in seinem Gutachten zusammen, dass sich vor allem in der Kleingruppenhaltung, in denen sich die Sitzstangen auf einer Höhe von 23-27 cm befinden, die ruhenden Hühner auf den Stangen genau auf Schnabelhöhe der auf dem Käfiggitter stehenden Tiere befinden. Damit können sie schnell zum Opfer von Federpicken und Kloakenkannibalismus werden (KEPPLER, 2009). Auch weitere Autoren konnten nachweisen, dass für Legehennen in Herden ohne Zugang zu erhöhten Sitzstangen die Gefahr von Federpicken steigt (HUBER-EICHER und AUDIGE, 1999).

Es konnte beobachtet werden, dass das Vorhandensein von Sitzstangen aggressive Angriffe zwischen den Tieren mindern kann. Durch die Zugangsmöglichkeit zu Sitzstangen wird die Dichte der Tiere am Boden verringert und die rangniedrigen Hennen haben besonders tagsüber die Möglichkeit durch Flucht auf höher gelegene Ebenen ranghohen Tieren auszuweichen und sich zurück zu ziehen. Die Autoren beobachteten, dass sich nachts dagegen eher die ranghöheren Tiere auf den oberen Sitzstangen befanden (CORDINER und SAVORY, 2001).

#### **EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE NUTZUNG DER SITZSTANGEN**

Es gibt viele Einflussfaktoren auf das Ruheverhalten und die Ruhepositionen. Zum einen besteht eine genetische Disposition. Hennen der Linie ‚Brown Leghorn‘ nutzten in Versuchen die oberen Sitzstangen weniger als Linien der ‚White Leghorns‘ (FAURE und JONES, 1982a). Dies ist auch auf die körperlichen Merkmale und Flugfähigkeiten der Linien zurück zu führen.

Ergebnisse von Untersuchungen zum Einfluss des Materials der Sitzstangen auf das Ruheverhalten waren nicht eindeutig. Mehrere Autoren fanden keine Präferenzen bezüglich des Materials auf die Nutzung der Sitzstangen (FAURE und JONES, 1982a; LAMBE und SCOTT, 1998). FAURE und JONES (FAURE und JONES, 1982a, 1982b) gehen davon aus, dass Draht ein ebenso geeignetes Material für eine Sitzstange darstellt, wie zum Beispiel Holz. Allerdings fanden die Versuche von den Autoren während des Tageslichtes (Hellphase) statt und sollten deshalb entsprechend vorsichtig bewertet werden. SCOTT und MAC ANGUS (2004) berichten dagegen, dass Sitzstangen aus PVC und Metall im Vergleich zu Stangen aus Holz von den Tieren abgelehnt werden, da sie deutlich rutschiger sind. Dies trifft vor allem im sauberen Zustand der Stangen zu. Aktuelle Untersuchungen von PICKEL et al. (2010) belegten schließlich, dass mit Weichgummi überzogene Sitzstangen einen (noch) besseren Halt bieten als jene aus Holz und Stahl. Die bisher zumeist angewandte Methode die Anzahl der Hühner

für die Bewertung der Bevorzugung eines bestimmten Sitzstangendesigns zu nutzen, wird von PICKEL et al. (2010) kritisiert. Vielmehr sollte das Verhalten (z.B. bezüglich der Balance) und die Ruhepositionen detaillierter untersucht werden. Die Autoren weisen darauf hin, dass das Aufbaumen selbst ein so starkes Bedürfnis ist, dass der Sitzstangentyp eine untergeordnete Rolle spielt.

Hühner wählen immer die höchsten Sitzstangen, weil sie dort vor Bodenfeinden sicher sind und dies dem „Anti-Predator-Verhalten“ entspricht (NEWBERRY et al., 2001). Dies zeigt sich auch darin, dass die Höhe eines Ruheortes für die Hühner wichtiger zu sein scheint als der jeweilige Untergrund. Bei einem Angebot eines hohen Gitters und einer niedrigen Sitzstange als Ruheort, bevorzugten die Tiere das hohe Gitter. Wenn aber Sitzstangen und Gitter auf gleicher Höhe installiert waren, entschieden sich die Tiere für die Sitzstange (SCHRADER und MÜLLER, 2009).

Die Sitzstangennutzung wird auch von der Gruppengröße beeinflusst, so sinkt sie bei steigender Anzahl der Tiere (NEWBERRY et al., 2001). Dies könnte mit dem Anti-Predator-Verhalten der Hennen erklärt werden. Bei steigender Gruppengröße fühlen sich die Tiere möglicherweise sicherer und baumen deshalb nicht zwingend auf.

Auch die Aufzuchtbedingungen der Legehennen haben einen wichtigen Einfluss auf die spätere Nutzung der Sitzstangen. Eine Aufzucht ohne Zugang zu Sitzstangen beeinträchtigt die räumliche Wahrnehmungsfähigkeit von adulten Tiere (GUNNARSSON et al., 2000). Hennen die als Jungtiere tagsüber das erste Mal auf einer Sitzstange sitzen, nutzen diese im adulten Stadium auch für nächtliches Aufbaumen (HEIKKILÄ et al., 2006).

#### **NUTZUNG DER SITZSTANGEN IN VERSCHIEDENEN HALTUNGSSYSTEMEN**

Legehennen nutzen die Möglichkeit aufzubaumen. In unterschiedlichen Haltungssystemen, die mit Sitzstangen ausgestattet wurden, nutzten 60 % bis 99 % der Hennen diese Stangen in der Dunkelperiode (DUNCAN et al., 1992; APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON et al., 1996; APPLEBY et al., 2002; HERGT, 2007; DÖRING, 2012). Dabei beobachtete DÖRING (2012), dass die Hennen, die sich in Kleingruppenhaltungen nicht auf den Sitzstangen befanden, auf dem Gitter gesehen wurden. In Beobachtungen von TELLE (2011) wurden in Kleingruppenhaltungen lediglich 26-67 % der Hennen während der Dunkelphase auf Sitzstangen beobachtet. In Vergleichsstudien zwischen Bankivahühnern und Legehennenhybriden wurden interessante Unterschiede des Ruheverhaltens zwischen der Wildhuhnart und den domestizierten Hybriden festgestellt. Nachts ruhten alle Bankivahühner und Legehybriden auf den Sitzstangen. Während des Tages wurden insgesamt nur 4 % der

Bankivahühner aber 64 % der Legehybriden auf den Sitzstangen beobachtet. Tagsüber wurden überwiegend niedrige Sitzstangen genutzt, vor allem für kurzes Ruhen und Körperpflegeverhalten (BLOKHUIS, 1984).

Während der Hellphase wurden von TELLE (2011) in Kleingruppenhaltungen zwischen 7 % und 14 % und von HERGT (2007) 16 % der Tiere auf Sitzstangen beobachtet, deutlich mehr Hennen (25 % bis 47 %) wurden von anderen Autoren während der Hellphase in Kleingruppenhaltungen bzw. ausgestalteten Käfigen auf Sitzstangen notiert (DUNCAN et al., 1992; APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON et al., 1996). DUNCAN et al. (1992) beobachteten, dass die Lokalisation der Sitzstange im Haltungssystem (z.B. in der Nähe von Futter- und Tränkeinrichtungen) einen großen Einfluss auf die Nutzung hatte. In einer Studie wurden von CARMICHAEL et al. (1999) 47 % der Tiere in der Hellphase auf den Sitzstangen in Volierenhaltungen beobachtet.

Im Gutachten zur „Beurteilung der Tiergerechtigkeit der 'Kleingruppenhaltung'“ fasst HÖRNING (2009) zusammen, dass in ausgestalteten Käfigen 10-57 % der Legehennen die Sitzstangen als erhöhten Ruheort nachts *nicht* annehmen.

## 2.3 LICHT UND LICHTMANAGEMENT

---

### SEHSINN DER LEGEHENNEN (LICHTSPEKTRUM, FLACKERFUSIONSFREQUENZ)

Hühner sind Augentiere und das Sehen ist ihr wichtigster Sinn (SZOLYENYI und KORBEL, 2000). Für die Erkennung von Artgenossen, für die Futterselektion und zur Unterscheidung von bekannten und unbekannten Objekten brauchen Legehennen Licht (SZOLYENYI und KORBEL, 2000; KRISTENSEN, 2008).

Durch die seitlich am Kopf liegenden Augen haben Hühner ein großes Gesichtsfeld mit einem Sehwinkel von 300°. Hühner sehen meist monokular, der binokulare Gesichtsräum, in dem Hühner räumlich sehen können, beträgt nur 30° (PRESCOTT et al., 2004).

In einer Zusammenfassung von PRESCOTT et al. (2004) wird dargestellt, dass Hühner vier verschiedene Zapfentypen haben und demnach tetrachromatisch sind. Der Mensch im Vergleich hat nur drei Zapfentypen und ist trichromatisch. Menschen sehen in einem Wellenlängenbereich von 400 bis 750 nm, wobei die höchste Empfindlichkeit der Zapfen bei 419 nm (blaues Licht), 531 nm (grünes Licht) und 558 nm (gelbes/rotes Licht) liegt. Da Hühner vier Zapfenrezeptoren haben, sind sie einem größerem Wellenlängenbereich sensitiv und haben die höchste Empfindlichkeit ihrer Rezeptoren bei den Wellenlängen 415, 455, 508 und 571 nm (PRESCOTT et al., 2004). Nach anderen Autoren haben sie auch noch einen

fünften Farbrezeptor und sehen Schillerfarben (SZOLYENYI und KORBEL, 2000). Hühner können im ultravioletten (UV) Wellenlängenbereich (320-400 nm) sehen, in dem Menschen nicht sehen können (PRESCOTT und WATHES, 1999; PRESCOTT et al., 2004).

Lux ist die internationale Einheit um die Lichtintensität im Rahmen des menschlich sichtbaren Lichtes zu Messen [Lichtstrom in Lumen;  $1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen/m}^2$  (DOST, 2000)]. Mehrere Autoren betrachten die Nutzung von Lux-Werten für die Beschreibung von Licht im Rahmen der Hühnerhaltung als kritisch, da Hühner ein deutlich besseres und anderes Sehvermögen haben als Menschen (NUBOER et al., 1992a; PRESCOTT und WATHES, 1999; WEISE, 2007). Um das von Hühnern wahrgenommene Licht zu beschreiben haben PRESCOTT und WATHES (1999) ‚Clux‘ („chicken Lux“) als alternative Einheit entwickelt. Bei der Umrechnung von Lux zu Clux werden die spektralen Wellenlängen der Lichtquelle mit berücksichtigt.

Die Flackerfusionsfrequenz (FFF, bzw. Flimmerverschmelzungsfrequenz genannt) ist die Frequenz, bei welcher eine Lichtquelle als kontinuierlich und flackerfrei wahrgenommen wird (NUBOER et al., 1992b; MÜLLER, 2004). Die Flackerfusionsfrequenz im sichtbaren Bereich und im UV-Spektrum des Lichtes beträgt bei Legehennen bis zu 150 Hz (SZOLYENYI und KORBEL, 2000). Im Vergleich dazu liegt die FFF beim Menschen bei 50 Hz (MÜLLER, 2004). Die Flackerfusionsfrequenz ist abhängig von der Lichtintensität und der Lichtquelle (PRESCOTT et al., 2004; RUBENE, 2009). Gelbes und UV-Licht haben hohe FFF-Werte, weißes dagegen niedrige (RUBENE, 2009).

Licht aus Leuchtstoffröhren mit niedrigen Frequenzen führt bei Legehennen zu Nervosität, da es kontinuierlich stroboskopartig, also flackernd, wahrgenommen wird (SZOLYENYI und KORBEL, 2000; WEISE, 2007; MOHAMMED et al., 2010). Um flackerfreies, hochfrequentes Licht zu erzeugen sollten elektronische Vorschaltgeräte oder hochtransformierende Lichtquellen ( $> 35 \text{ kHz}$ ) genutzt werden (SZOLYENYI und KORBEL, 2000). Seit dem 9. Oktober 2012 muss in Geflügelstallungen flackerfreies Licht vorhanden sein (TIERSCHNUTZTV, 2006).

Um ein Verständnis für Helligkeiten und Lux-Werte zu bekommen, sollte man wissen, dass z.B. in einer westlich gelegenen Großstadt in Deutschland an einem sonnigen Hochsommertag bis zu 120.000 Lux und im Schatten noch ca. 10.000 Lux erreicht werden können. In einem üblichen Büro werden durchschnittlich 750 Lux gemessen (DOST, 2000). Im Artikel 14 der Empfehlungen in Bezug auf Haushühner der Art Gallus Gallus des Europarates (1995) ist eine Mindestbeleuchtung von 20 Lux beschrieben. Diese sollen auf Augenhöhe der Tiere (gemessen in drei Ebenen) erreicht werden (EUROPARATSEMPFEHLUNGEN, 1995).

## BELEUCHTUNGSMÖGLICHKEITEN

Es gibt verschiedene Möglichkeiten einen Hühnerstall zu beleuchten. Die Lichtquellen unterscheiden sich vor allem in den jeweils emittierten Wellenlängenbereichen und den Flackerfusionsfrequenzen sowie in den Kosten für die Anschaffung und des Energieverbrauchs. Im Folgenden werden Funktionsweise, Vor- und Nachteile von Glühbirnen, Leuchtstoffröhren, Natrium-Dampf-Hochdrucklampen und energiesparenden LED (Light Emitting Diode) zusammengefasst.

Glühbirnen stellen eine Möglichkeit der Ausleuchtung eines Hühnerstalls dar (BESTMAN et al., 2011). Sie sind Temperaturstrahler, die durch Erhitzung eines Wolframdrahtes vor allem Wärme erzeugen, aber auch Licht abgeben. Nur ca. 10 % der Wellenlängen, die von einer Glühlampe abgegeben werden, sind im sichtbaren Bereich für den Menschen. 90 % der abgegebenen Wellenlängen dagegen liegen im Bereich von  $> 700$  nm, also im Infrarotbereich, und 0,5-1 % im UV-Bereich ( $< 380$  nm). Durch Füllung des Glaskolben (der den Glühfaden enthält) mit Halogenverbindungen werden bei den so genannten Halogen-Glühlampen längere Nutzungsdauern und höhere Lichtausbeuten ermöglicht (MÜLLER, 2004).

Leuchtstoffröhren (Quecksilber-Dampf-Niederdruck-Entladungslampen) enthalten Quecksilberdampf, der durch ein elektrisches Feld zur Abgabe von UV-Strahlung angeregt wird. Durch die Leuchtstoffbeschichtung auf der Röhreninnenseite wird diese in sichtbare Strahlung umgewandelt. Unterschiedliche Wellenlängenbereiche lassen sich durch Variation der Beschichtung erzeugen. Für diese Lampen sind elektronische Hochfrequenz-Vorschaltgeräte verfügbar und auch nötig für die Erzeugung von flackerfreiem Licht (DOST, 2000).

Leuchtstoffröhren, die traditionell als Stallbeleuchtung genutzt werden und ein für den Menschen wahrnehmbares ‚warmes Licht‘ produzieren, wurden in einer Studie mit Vollspektrumlampen verglichen (DATHE, 2011). Es wurde ein deutlich geringerer Futterverbrauch, eine frühere Legetätigkeit der Hennen und weniger verlegte Eier bei den Tieren unter Vollspektrumbeleuchtung festgestellt.

Natriumdampf-Hochdrucklampen erzeugen ein warmes, gelblich bis weißes Licht (MÜLLER, 2004), haben jedoch keine Dimmfunktion (BESTMAN et al., 2011).

LED (Light Emitting Diodes) erzeugen monochromatisches Licht, also Licht einer einzigen Wellenlänge. Die Lichterzeugung läuft über Elektrolumineszenz, des Anlegens von elektrischer Spannung an ein Halbleitermaterial (MÜLLER, 2004). Der größte Teil der Energie wird in sichtbares Licht umgesetzt. Auch wegen ihrer Unempfindlichkeit gegenüber

mechanischen Einwirkungen und der sehr langen Lebensdauer (bis zu 100.000 Stunden) sind sie für die Hühnerhaltung gut geeignet. Es sollte jedoch beachtet werden, dass bei Stromstärken von über 20 mA Hitze erzeugt wird (MÜLLER, 2004).

ROZENBOIM et al. (1998) haben die Haltung von Legehennen unter einer Beleuchtung mit LED mit monochromatischem Licht bei verschiedenen Wellenlängen untersucht. Die Kontrollgruppen wurden mit hochfrequenten Leuchtstofflampen beleuchtet. Es stellte sich heraus, dass mit der Nutzung von LED die Lichtintensität reduziert werden kann, da die Wellenlängenbereiche besser eingestellt werden können. Die Futteraufnahme war bei Tieren mit LED Licht durch eine bessere Futterverwertung verringert und die Autoren postulieren, dass eine Futterkostenersparnis von 20-30 % möglich ist.

Künstliche Beleuchtungen, die in der Hühnerhaltung genutzt werden, produzieren häufig keine oder nur wenig UV-Strahlung (PRESCOTT et al., 2004). Lichtquellen mit geringen Wellenlängenbereichen und einem Mangel an UV-Licht schränken das natürliche Verhalten der Tiere ein (MOHAMMED et al., 2010) und beeinträchtigen das Wohlbefinden der Tiere (SZOLYENYI und KORBEL, 2000). UV-Anteile im Licht haben angstreduzierende Eigenschaften (RUIS et al., 2010). Es sollten deshalb Vollspektrumlampen oder Niederdruck-Quecksilber-Röhren eingesetzt werden (SZOLYENYI und KORBEL, 2000). In einer vorgestellten Zusammenfassung eines Vortrages von Prof. Dr. KORBEL wurde darauf hingewiesen, dass Hühner ihre Umgebung beim Fehlen von UV-Anteilen in der Beleuchtung komplementär, also in ‚Falschfarben‘ wahrnehmen [zusammengefasst von (WEHLITZ et al., 2011)]. Von der Globalstrahlung, dem Anteil der Strahlung der die Erdoberfläche erreicht sind ca. 6 % UV-Licht, 50 % im sichtbaren Wellenlängenbereich und 44 % im Infrarotbereich (DOST, 2000). Für Legehennen gilt: „Soweit möglich, muss eine natürliche Lichtquelle vorhanden sein“ (EUROPATSEMPFEHLUNGEN, 1995).

#### **EINFLUSS VON LICHT AUF DAS VERHALTEN DER HENNEN**

Untersuchungen zeigen, dass das Verhalten der Hühner stark von der Beleuchtung abhängt. Die Lichtintensität, die Länge der Hell- und Dunkelphasen, die Lichtquelle und die Wellenlänge haben einen Einfluss auf das Verhalten und die Physiologie (MANSER, 1996).

In Abhängigkeit von der Intensität wirkt sich Licht stimulierend auf die Wachheit und die Aktivitätsbereitschaft aus (ENGELMANN, 1984). In einer Untersuchung von BOUSHOUWERS und NICAISE (1987) wurde der Einfluss von Glühlampen auf die Aktivität der Hühner untersucht. Dabei wurden die Tiere einer Beleuchtungsdauer von 16 Stunden mit einer anschließenden achtstündigen Dunkelphase ausgesetzt. Es wurden die Anzahl und Intensität

der Bewegungen, das Ruheverhalten sowie der aktivitätsabhängige Energieverbrauch dokumentiert. Die Anzahl der Bewegungen war signifikant von dem Logarithmus der Lichtintensität abhängig. Mit einer Verringerung der Lichtintensität von 120 auf 1 Lux konnte der Energieverbrauch um 18 %, und mit einer Verdunklung auf 15 Lux um 9 % gesenkt werden. Auch in Untersuchungen von RUIS et al. (2010) konnte gezeigt werden, dass bei 20 Lux im Vergleich zu 40 Lux mehr Ruheverhalten gezeigt wird. Geringere Lichtintensitäten führen zu einer verminderten Aktivität. Bei späteren Untersuchungen von BOUSHOUWERS und NICAISE (1993) mit einem ähnlichen Versuchsaufbau wie oben beschrieben, wurde der Einfluss von Glühlampen und Leuchtstoffröhren auf die Aktivität der Tiere vergleichend betrachtet. Beim Einsatz von Leuchtstoffröhren zeigte sich die gleiche positive Korrelation zwischen Lichtintensität und physischer Aktivität wie beim Einsatz von Glühlampen.

Durch Optimierung der Lichtverhältnisse mit UV-Anteilen im Licht kann so genanntes „gentle“ Federpicken reduziert und Bodenpicken stimuliert werden (RUIS et al., 2010). Jedoch zeigte sich, dass bei verbesserten Sichtverhältnissen (durch UV-Anteile im Licht), aber fehlenden Umweltreizen, die Aktivität der Tiere auf die Federn der Artgenossen umgeleitet wird. Die Optimierung der Sicht der Hennen sollte immer im Einklang mit der Optimierung und Anreicherung der Haltungsbedingungen stehen (RUIS et al., 2010).

Geringe Lichtintensitäten helfen, bei allen Lichtquellen, Verhaltensstörungen zu kontrollieren (MOHAMMED et al., 2010). Bei hohen Lichtintensitäten (50 Lux) kann es, unabhängig von der Lichtquelle, zu vermehrtem Federpicken und Kannibalismus kommen (MOHAMMED et al., 2010).

Wie schon unter dem Kapitel „Staubbadeverhalten“ dargestellt, hat Licht einen entscheidenden Einfluss auf das Komfortverhalten der Tiere (HOGAN und VAN BOXEL, 1993; DUNCAN et al., 1998). Durch zusätzliche Lichtquellen konnte die Staubbadedauer- und Frequenz experimentell erhöht werden (HOGAN und VAN BOXEL, 1993). Aber auch durch Optimierung der Lichtverhältnisse, durch Lampen mit UV-Anteil, kann der Anteil von Komfortverhalten erhöht werden (RUIS et al., 2010). DÖRING (2012) konnte keinen Einfluss der Beleuchtungsstärke auf den Anteil staubbadender Hennen, jedoch auf die Durchführung des Staubbades beobachten.



## **DÄMMERUNGSPHASEN**

Für tagaktive Vögel wie Hühner ist die Verminderung der Lichtintensität am Abend ein Zeichen für das nächtliche Aufbaumen (KRISTENSEN, 2008). Untersuchungen belegen, dass eine graduelle Dämmerungsphase der Lichtintensität wichtig für das Wohlbefinden der Tiere ist. 47 % der Tiere, die unter standardisierten Bedingungen eine Dämmerungsperiode hatten, haben sich in dieser Zeit einen Ruheort gesucht. Wurde das Licht dagegen ohne Dämmerungsperiode plötzlich ausgeschaltet, standen noch 94 % der Tiere in aufrechter Körperhaltung (TANAKA und HURNIK, 1991). Untersuchungen an weißen Leghorn Hennen im seminatürlichen Habitat zeigen, dass Legehennen rechtzeitig aufbaumen, so dass genug Zeit im sichtbaren Licht ist, sich einen guten und sicheren Platz auf der Sitzstange zu suchen (YEATES, 1963). Die Dämmerungsperiode ermöglicht den Tieren sich in Ruhe und ohne Verletzungen einen Platz auf den Sitzstangen zu suchen (KRISTENSEN, 2008).

### **2.4 PROBLEMATISCHE VERHALTENSWEISEN UND VERHALTENSSTÖRUNGEN**

---

Eine Verhaltensstörung ist „eine in Hinblick auf Modalität, Intensität oder Frequenz erhebliche und andauernde Abweichung vom Normalverhalten“. Als Abweichung werden Handlungen an nicht-adäquaten Objekten, Handlungen mit veränderten Abläufen, in der Frequenz von der Norm abweichendes, stereotypisches sowie apathisches Verhalten betrachtet. Eine Ursache für Verhaltensstörungen können Haltungsfaktoren sein (SAMBRAUS, 1997).

#### **2.4.1 FEDERPICKEN / KANNIBALISMUS**

---

##### **DEFINITIONEN**

Unter Federpicken versteht man eine auf die Federn eines anderen Hühnervogels gerichtete Verhaltensstörung. Dabei können die Federn auch heraus gezogen und gefressen werden (BLOKHUIS, 1989). Als Kannibalismus wird das Picken und Ziehen der Haut sowie dem darunter liegenden Gewebe bezeichnet (APPLEBY et al., 2004).

Es gibt fünf verschiedene ‚Pickvarianten‘ (SAVORY, 1995):

1. ‚Aggressives Picken‘
2. Federpicken ohne Entfernung der Feder
3. Federpicken mit Ausreißen der Feder (schädigendes Federpicken)
4. Picken von Gewebe an nackten Hautarealen
5. Kloakenpicken („vent pecking“)

Beim Herausziehen der Federn kann es aber auch durch Verletzungen des Federfollikel bluten und somit zu einem weiteren Pickreiz kommen, der durch Kannibalismus zum Tod der Tiere führen kann (KEPPLER, 2008).

Das Picken von Gewebe an nackten Hautarealen kann aus dem schädigenden Federpicken entstehen (SAVORY, 1995). Die Gefahr des Bepickens der nackten Haut ist vor allem die Entstehung von Blutungen, die dann als Trigger für weitere Tiere wirken, das blutende Tier zu bepicken (SAVORY, 1995; KEPPLER, 2008).

Das Kloakenpicken („vent pecking“, Kloakenkannibalismus), die fünfte Form, ist kein Federpicken. Es wird davon ausgegangen, dass dieses vor allem dann auftritt, wenn Hennen in stark bedrängten Bereichen ein Ei legen. Die Mukosa des Uterus kommt nach dem Legen kurzzeitig zum Vorschein und führt zunächst im Rahmen von Erkundungsverhalten dazu, dass andere Hennen diese bepicken. Das Picken kann förmlich eskalieren und so weit gehen, dass die abdominalen Organe gefressen werden. Dies wird dann als „Pick-out“ bezeichnet (SAVORY, 1995). GUNNARSSON (1999) fand keine Korrelation zwischen dem Faktor der außerhalb des Nestes gelegten Eier und Kloakenkannibalismus und auch nicht zwischen Federpicken und Kannibalismus.

Federpicken und Kannibalismus sind also prinzipiell unterschiedliche Phänomene, die jedoch unter den gleichen Haltungsbedingungen und Managementfehlern auftreten können (ALLEN und PERRY, 1975). Kannibalismus kann einerseits in die finale Phase des Federpickens und andererseits in Kloaken- und Zehenkannibalismus, die unabhängig vom Federpicken auftreten, unterteilt werden (ALLEN und PERRY, 1975; BLOKHUIS, 1989; HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997).

## **RISIKOFAKTOREN FÜR FEDERPICKEN UND KANNIBALISMUS**

Federpicken ist ein multifaktorielles Problem und vor allem von dem Stallmanagement und den Haltungsbedingungen abhängig. WEEKS und NICOL (2006) stellten fest, dass Kannibalismus und Federpicken Indikatoren dafür sind, dass Haltungssysteme nicht den Anforderungen an das Verhalten der Legehennen genügen. Ein wichtiger Risikofaktor für die

Entstehung von Federpicken und die Verschlechterung des Zustandes des Federkleides ist die Besatzdichte (ALLEN und PERRY, 1975; HUBER-EICHER und AUDIGE, 1999; KEPPLER, 2008). Nicht nur die Anzahl der Tiere pro Quadratmeter nutzbarer Stallgrundfläche ist entscheidend, sondern auch die Größe der Gruppe insgesamt. Der Zustand des Federkleides und das Auftreten von Federpicken wird bei steigender Gruppengröße und Besatzdichte schlechter bzw. häufiger (NICOL et al., 1999; KEPPLER, 2008). ALLEN und PERRY (1975) beobachteten ebenfalls, dass in größeren Gruppen mehr Kannibalismus auftrat.

Wenn ungeeignetes oder kein Substrat im Einstreubereich vorhanden ist, haben Legehennen einen geringen Anreiz zum Picken oder Kratzen auf dem Boden. Die Gefahr, dass dieses Verhalten dann auf Artgenossen umgerichtet wird und sich als Federpicken widerspiegelt, steigt dann an (BLOKHUIS, 1989). Federpicken wird also durch die Abwesenheit von Einstreumaterial stark stimuliert (BLOKHUIS und WIEPKEMA, 1998). Wenn den Tieren kein Material zur Ausübung des Futtersuchverhaltens zur Verfügung steht, zeigen sie nicht nur mehr Federpicken, sondern auch heftigeres Picken („plucking/pulling“) (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998).

Licht ist ein starker Risikofaktor für das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus. Die Erhöhung der Lichtintensität und auch der fokale Einfall von Tageslicht führt zu einer erhöhten Aktivität der Tiere und begünstigt es (HUGHES und DUNCAN, 1972; SAVORY, 1995; KEPPLER, 2008). Ein Anstieg von Kannibalismus kann durch zunehmende Lichtintensitäten ausgelöst werden (HÖRNING, 2009). In Untersuchungen von KJAER und VESTERGAARD (1999) war die Mortalität (bedingt durch Kloakenkannibalismus) bei 30 Lux signifikant höher als bei 3 Lux (30,6 % gegenüber 5,8 %).

Die Abwesenheit von Sitzstangen aber auch zu niedrige Sitzstangen sind ein Risikofaktor für die Entstehung von Federpicken (HUBER-EICHER und AUDIGE, 1999). Untersuchungen konnten zeigen, dass die Federpickfrequenz nicht abhängig war von der Sitzstangenhöhe. Der Zustand des Gefieders war jedoch von der Höhe der Sitzstangen abhängig. Die Sitzstangenhöhe hatte einen Einfluss auf jenes Federpicken, welches in Richtung Kloake gerichtet war. Hennen aus Abteilen mit niedrigen Sitzstangen hatten ein schlechteres Gefieder (vor allem im unteren Bereich des Körpers). Tiere auf niedrigen Sitzstangen sind Tieren, die sich auf dem Boden befinden, ausgesetzt (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998).

Kannibalistische Angriffe fanden in Untersuchungen von MC ADIE und KEELING (2000) vor allem in den Körperbereichen statt, an denen zuvor die Federn manipulativ beschädigt wurden. Dies spricht dafür, dass Kannibalismus infolge von Federpicken ausbrechen kann, da die nackte Haut ein Ziel für kannibalistische Angriffe darstellt. Die Tiere, die Kannibalismus

zeigen, sind jedoch nicht zwangsläufig die Tiere, die Federn picken (MCADIE und KEELING, 2000). Wenn Kannibalismus als Todesursache bei einer Henne auftritt breitet sich die Problematik schnell in einem Abteil aus (ALLEN und PERRY, 1975).

Das Stutzen des Schnabels der Legehennen ist eine häufig durchgeführte Gegenmaßnahme, die eigentlich aber lediglich den Zustand des Gefieders verbessert und nicht das Federpicken verhindert (BLOKHUIS, 1989). Laut dem Tierschutzgesetz in der Fassung vom 18. Mai 2006, zuletzt geändert am 7. August 2013, ist das Kürzen der Schnabelspitze bei Legehennen nur mit einer Genehmigung der Behörde zulässig (TIERSCHG, 2006). Das Amputieren des Schnabels führt zu akuten und chronischen Schmerzen. In der Legeperiode kommt es sogar zu vermehrtem Federpicken, aufgrund der fehlenden Schnabelspitze wird das Federkleid jedoch nicht zerstört (BLOKHUIS, 1989).

#### 2.4.2 „PSEUDOSTAUBBADEN“

---

Wenn den Hennen das Staubbaden in geeignetem Substrat verwehrt wird, dann zeigen sie so genanntes „Pseudostaubbaden“ – Staubbaden auf dem Käfiggitter (englisch: „sham dustbathing“ oder „vacuum dustbathing“). Dieses von der Norm abweichende Verhalten wird nach dem bisherigen Kenntnisstand von Hennen in Voliersystemen nicht gezeigt, jedoch regelmäßig von Tieren in Käfigsystemen, auch wenn die Hennen Zugang zu einem Einstreubereich haben (VESTERGAARD, 1987; LINDBERG und NICOL, 1997; OLSSON et al., 2002; EFSA, 2005).

Pseudostaubbaden ist eine Verhaltensstörung (OESTER et al., 1997; HÖRNING, 2009). Es ist eine Leerlaufhandlung „... mit einer starken Veränderung des natürlichen Verhaltensablaufs, u.a. vollständiger oder teilweiser Ausfall wesentlicher Verhaltenselemente und häufiges Zurückfallen in bereits gezeigte Sequenzen...“. Auch in Untersuchungen von FÖLSCH et al. (1986) wurde anhand von Sequenzanalysen nachgewiesen, dass das Staubbadeverhalten auf dem Gitter nicht in der normalen Weise ablaufen kann. LINDBERG und NICOL (1997) verweisen dagegen darauf, dass die Bezeichnung Leerlaufhandlung („vacuum“) nicht adäquat ist, da das Staubbaden auf dem Käfiggitter in der Nähe des Futtertroges stattfindet und somit mit Substrat (Futter) durchgeführt wird.

Wenn den Hennen Staubbadesubstrat entzogen wird führt dies dazu, dass die Hennen vermehrt Pseudostaubbadeverhalten auf dem Käfiggitter zeigen. Wenn eine Staubbaddeprivation über einen längeren Zeitraum anhält, kann dies dazu führen, dass sich der Ablauf des Pseudostaubbadeverhaltens abnormal entwickelt (VAN LIERE, 1991).

Das Pseudostaubbadeverhalten wird besonders häufig im Bereich des Futtertroges gezeigt, wobei das Futter als Substrat angenommen wird (LINDBERG und NICOL, 1997; HERGT, 2007). Unklar ist, warum die Hennen obwohl ihnen ein Einstreubereich, meist in Form einer Matte, zur Verfügung steht, dieses Verhalten auf dem Gitter zeigen. Es wurden verschiedene Hypothesen untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass Pseudostaubbaden weder die Motivation für Staubbaden im geeigneten Substrat reduziert, noch durch den Einfluss des Sozialverhaltens, das Staubbaden zu synchronisieren, unterstützt wird. Es konnte lediglich ein geringer Zusammenhang zwischen Pseudostaubbaden und frühen Erfahrungen der Hennen hergestellt werden (OLSSON et al., 2002).

RÖNCHEN et al. (2010) beobachteten, dass mehr Tiere Pseudostaubbadeverhalten auf dem Gitter zeigten als Staubbadeverhalten im vorhandenen Staubbadebereich.

Nach HIRT et al. (2007) gehört das Scheinstaubbaden zu einer Gruppe von Verhaltensstörungen, die erhebliches Leiden anzeigen. Auch andere Autoren weisen darauf hin, dass das Staubbaden auf dem Drahtgitter eine Verhaltensstörung ist, die zu einer „andauernden Bedürfnisspannung“ führt und damit gestörtes Wohlbefinden und Leiden anzeigt (MARTIN et al., 2005). Als Kriterium für erhebliches Leiden wird von diesen Autoren auch die Beeinträchtigung des Staubbadeverhaltens gesehen.

## 2.5 MORTALITÄT IN DER LEGEHENNENHALTUNG

---

Die Ursachen für den Abgang von Legehennen sind vielseitig. Zum einen können infektiöse- und nicht infektiöse Erkrankungen (Eileiterentzündungen, Fettleber, Bakterien, Parasiten), aber auch Technopathien (z.B. Einklemmen im System) die Ursache für den Tod einer Legehenne sein (TAUSON et al., 2006; FISCHER, 2009). Andererseits können bei Kannibalismus in allen Haltungssystemen exorbitante Mortalitätsraten erreicht werden. Ab einer Rate von über 9 % sollte von einer hohen Mortalität gesprochen werden (TAUSON et al., 2006).

In einer Vergleichsstudie zwischen Freiland-, Boden-, und Käfighaltung wurden die Abgangsursachen genau untersucht. Die Abgangsursachen „infektiöse Krankheiten“ und „Kannibalismus“ wurden eher bei Hennen aus Haltungssystemen mit Zugang zu einem Scharraum (Freiland- & Bodenhaltung) beobachtet (FOSSUM et al., 2009). Ein Zusammenhang zwischen einem höheren Anteil verletzter Hennen und der Kannibalismus bedingten Mortalität wurde in mehreren Studien festgestellt (KJAER und SØRENSEN, 2002; KEPPLER, 2008).

Einen signifikanten Einfluss hat laut einiger Untersuchungen die Gruppengröße auf die Mortalitätsrate. Kleinere Gruppen hatten niedrigere Mortalitätsraten im Vergleich zu großen Gruppen (WEITZENBÜRGER et al., 2005a; WEITZENBÜRGER, 2005b; TAUSON et al., 2006). In der Studie von WEITZENBÜRGER et al. (2005a) war die Hauptabgangsursache Kannibalismus. FISCHER (2009) führte Untersuchungen zu Vergleichen zwischen Kleingruppensystemen und Bodenhaltung durch. Die Autorin fand keinen Effekt des Haltungssystems oder der Gruppengröße, aber einen Effekt der Etagenreihe auf die Mortalitätsrate, mit einem Anstieg der Rate von der ersten zur dritten Etage. Die Mortalitätsraten zwischen der Bodenhaltung und den Kleingruppenhaltungssystemen waren für Tiere der LB Linie annähernd gleich. Für LSL Hennen waren niedrigere, jedoch nicht signifikante Mortalitätsraten in der Bodenhaltung zu verzeichnen (FISCHER, 2009).

Ein Einfluss der Besatzdichte auf die Mortalitätsraten wurde in einer Studie an LSL-Lite Hennen in ausgestalteten Käfigen beobachtet (veröffentlichte Daten jedoch nur bis zur 43. Lebenswoche), wobei höhere Mortalitätsraten bei höheren Besatzdichten beobachtet wurden (WIDOWSKI et al., 2012).

TELLE (2011) zeichnete in der Vorgängerstudie zu dem in dieser Dissertation vorgestellten Legedurchgang Mortalitätsraten zwischen 14,7 % und 25,5 % in den Kleingruppenhaltungen und 4,5 % in der Voliere bei den LSL Hennen auf. In einem der Kleingruppenhaltungssysteme waren die Abgangsursachen insbesondere Krankheitsgeschehen.

Im Journal der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit sind mehrere Untersuchungen dargestellt, die die Mortalitätsraten aus verschiedenen Haltungssystemen zeigen. Aus der Zusammenstellung geht hervor, dass es sowohl in der Kleingruppenhaltung als auch in der Bodenhaltung hohe und niedrige Mortalitätszahlen geben kann (EFSA, 2005).

### 3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN

---

#### 3.1 PROJEKTBESCHREIBUNG

---

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Verbundprojektes zur Weiterentwicklung und Optimierung der Kleingruppenhaltung von Legehennen durchgeführt. An diesem Projekt sind deutschlandweit insgesamt fünf wissenschaftliche Einrichtungen beteiligt. In diesen Einrichtungen wurden, von 2008 bis 2011, Legehennen in Kleingruppenhaltungssystemen verschiedener Hersteller über drei Legeperioden untersucht, dabei dauerte jede Legeperiode zwölf Monate. Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

In Erweiterung zur Arbeit von Frau Dr. Monika Telle wurden Optimierungsmaßnahmen in den Haltungssystemen sowie zusätzliche Verhaltensbeobachtungen vorgenommen.

Nach einigen Veränderungen zu den ersten beiden Durchgängen war es Ziel dieser Arbeit, herauszufinden, ob und wie die Legehennen des dritten Legedurchganges die Sitzstangen und Einstreubereiche in der Kleingruppenhaltung, insbesondere im Vergleich zur Bodenhaltung, nutzen und welchen Einfluss das Lichtmanagement auf das Verhalten der Tiere hat. Die zusätzliche Kontrolluntersuchung der Bodenhaltung ist nicht Teil der Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

#### 3.2 STALLUNGEN UND TIERE

---

Die Daten der vorliegenden Dissertation beziehen sich ausschließlich auf die Untersuchungsergebnisse der Lohmann Selected Leghorn (LSL) Hennen der dritten Legeperiode an den Standorten München und Kitzingen. Zusätzlich und unabhängig vom Verbundprojekt wurden Junghennen desselben Schlupfes und Aufzüchters in einem Voliersystem (Bodenhaltung) in München eingestallt und den gleichen systematischen Untersuchungen unterzogen. Damit ermöglicht sich ein direkter Vergleich zwischen der Kleingruppenhaltung und der Bodenhaltung unter identischen Managementbedingungen.

Die Hennen waren am 24. Juni 2010 geschlüpft und wurden in Aufzuchtkäfigen von der Firma „Kommanditgesellschaft Geflügelzuchtbetriebe Gudendorf-Ankum GmbH Co.“, Ankum aufgezogen. Die Hennen wurden nicht schnabelbehandelt.

Am 27. Oktober 2010 im Alter von 17 Wochen und 6 Tagen wurden die Hennen in München und Kitzingen eingestallt. In München wurden 590 LSL und 590 LB Junghennen in Anlagen drei verschiedener Hersteller und in Kitzingen jeweils 756 Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Lohmann Brown (LB) Hennen in Anlagen zwei verschiedener Hersteller eingestallt. Bei den Ergebnissen dieser Arbeit handelt es sich ausschließlich um die LSL Tiere. Der Vollständigkeit halber, und da die LB Tiere im gleichen Stall eingestallt waren, werden diese Tiere im Material und Methodenteil jedoch auch beschrieben.

Die Anlagen werden auf Wunsch der Hersteller zur Anonymisierung mit Buchstaben (A – E) kodiert und ab dem Ergebnisteil dieser Arbeit ausschließlich mit den entsprechenden Buchstaben dargestellt (analog zur Dissertation von TELLE, 2011).

---

### 3.2.1 STANDORT KITZINGEN

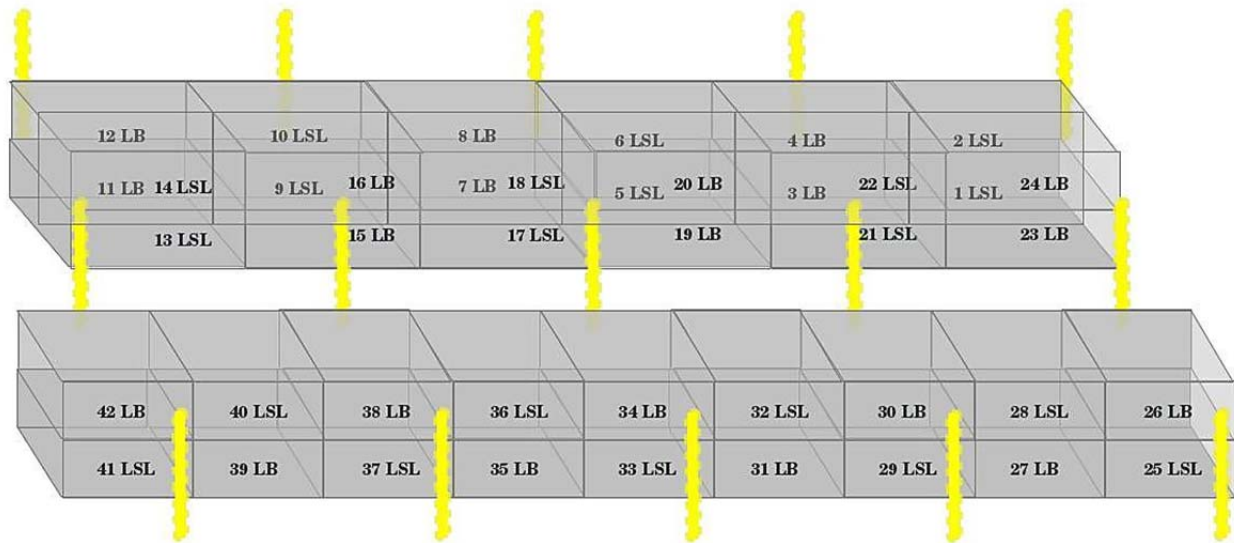
---

Die Hennen der Versuchsstation in Kitzingen wurden im ehemaligen Prüfhof des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Geflügel- und Kleintierhaltung Kitzingen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) eingestallt. Dieser Stall hat die Innenraummaße von 11,0 x 30,0 Meter. Es gibt zwei mit einer gemeinsamen Lüftung ausgestatteten Kleingruppenanlagen der Hersteller Big Dutchman International GmbH, Vechta-Calveslage, Deutschland und SALMET International GmbH, Dietzenbach, Deutschland.

#### **ANLAGE BIG DUTCHMAN KITZINGEN (ANLAGE A)**

Die in Kitzingen installierte Kleingruppenanlage der Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta-Calveslage, Deutschland, Typ KV 1500 a-D40 hat zwei Etagen und neun aufeinander folgende Abteile, alternierend mit jeweils 40 LSL bzw. LB Hennen besetzt (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4). In Erweiterung zum zweiten Versuchsdurchgang wurden in dieser Untersuchung 55 cm lange LED-Lichtröhren (in den oberen Abteilen der Anlage) der Firma Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard, Niederlande über dem Einstreubereich installiert und die Nestvorhänge in allen Abteilen verlängert.





**Abbildung 3:** 3-D Darstellung der Kleingruppenanlagen A (Big Dutchman, Unten) und B (Salmat Kitzingen, Oben) in Kitzingen. Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellten Legelinien dargestellt. Die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar.

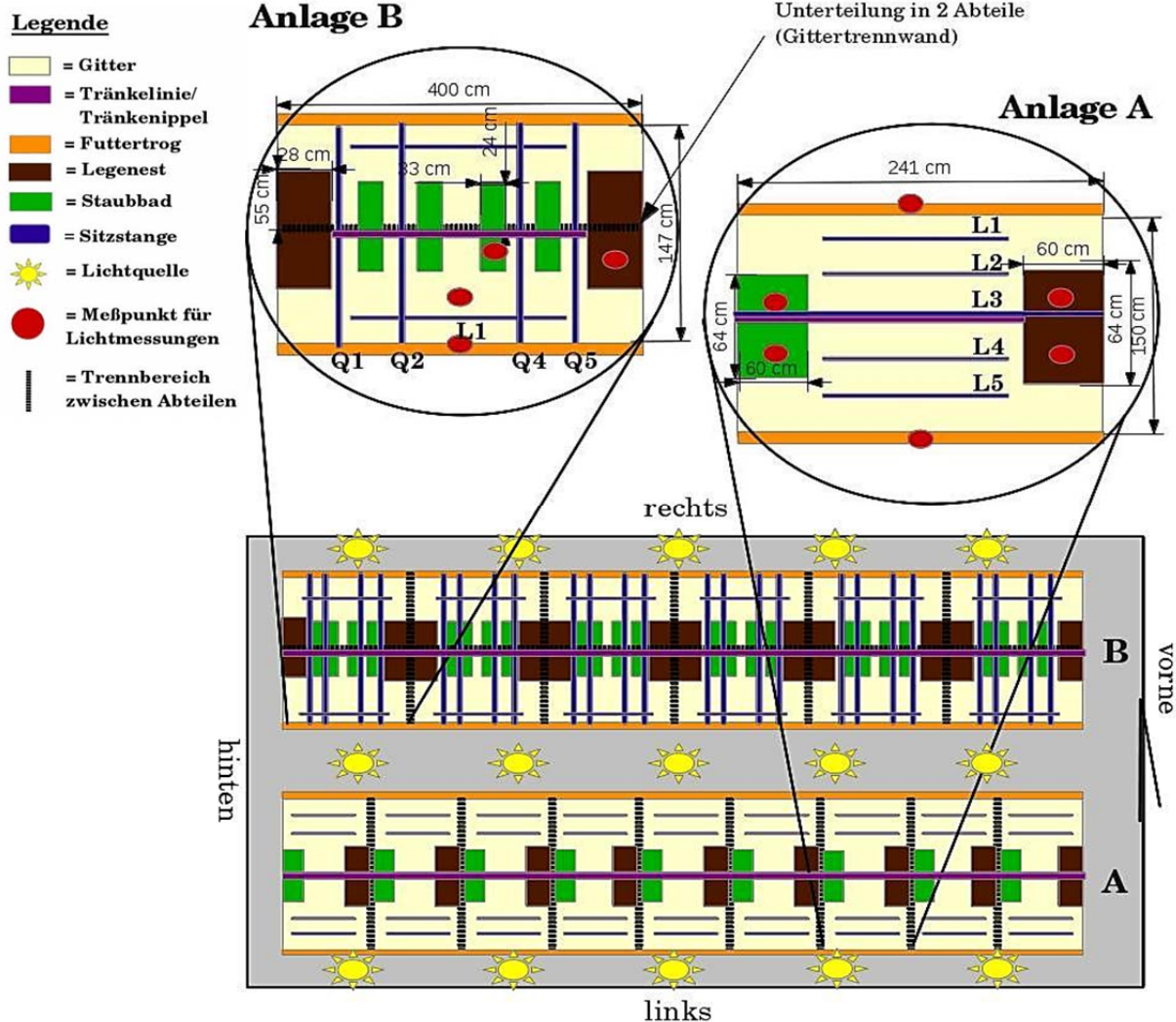
Ein Abteil der Big Dutchman Kleingruppe hat eine nutzbare Fläche von  $3,2 \text{ m}^2$ , zu der ein Einstreubereich mit einer Fläche von  $3829 \text{ cm}^2$  gehört und zusätzlich ein Nest mit einer Fläche von  $3829 \text{ cm}^2$  (siehe Abbildung 4). Einstreubereich und Nest sind jeweils durch die Sitzstange L3 und eine darunter liegende, 14 cm breite, Kunststoffplatte in zwei Bereiche unterteilt (Kunststoffplatte und Sitzstange werden bei den Berechnungen zur Fläche mitgezählt). Sie wurden mit teilperforierten Einstreumatten sowie perforierten Nestmatten aus low density polyethylen (LPDE) des Anlagenherstellers, mit einer Noppenhöhe von 12 mm, ausgelegt. In den Abteilen dieser Kleingruppe gibt es fünf Sitzstangen, die längs angeordnet sind, zwei niedrige Sitzstangen (jeweils links und rechts außen) mit einer Länge von je 120 cm (Abbildung 15, Anlage Big Dutchman, Sitzstange L 1 und L5), zwei hohe Sitzstangen mit einer Länge von je 120 cm (Abbildung 15, Anlage Big Dutchman, Sitzstange L2 und L4) und einem Zuleitungsrohr in der Mitte mit einer Länge von 180 cm (Abbildung 15, Anlage Big Dutchman, Sitzstange L3). Insgesamt stand damit einer Henne in einem Abteil der Big Dutchman Kleingruppe (Typ KV 1500 a-D40) eine Grundfläche von  $808 \text{ cm}^2$ , mit einem Einstreubereich von  $96 \text{ cm}^2$ , einem zusätzlichen Nestbereich von  $96 \text{ cm}^2$  und einer Sitzstangenlänge von 17 cm zur Verfügung.

### **ANLAGE SALMET KITZINGEN (ANLAGE B)**

Auch diese Anlage hat zwei Etagen, aber mit sechs hintereinander gereihten Abteilen in jeweils zwei Reihen, die direkt aneinander grenzen und nur durch ein Gitter getrennt sind. Auch in diesen 24 Abteilen wurden alternierend LSL und LB Hennen eingestallt, jeweils 33 Tiere (siehe Abbildung 3 und Abbildung 4).

Ein Abteil der Kleingruppe, Typ 4000/735, des Herstellers SALMET International GmbH, Dietzenbach hat eine nutzbare Fläche von  $2,6 \text{ m}^2$ , zu der vier Einstreubereiche mit einer Fläche von je  $792 \text{ cm}^2$  gehören und zusätzlich zwei Nester mit einer Fläche von je  $1512 \text{ cm}^2$ . Einstreubereiche und Nester wurden mit AstroTurf®-Matten der Firma Grass Tech S.P.R.L./B.V.B.A, Louvain-la-Neuve in Belgien, mit einer Noppenhöhe von 15 mm, ausgelegt. Die Matten waren im Nest perforiert, im Staubbadebereich jedoch nicht.

In den Abteilen dieser Kleingruppe gibt es je vier niedrige Quersitzstangen mit einer Länge von je 73,5 cm (Abbildung 15, Anlage Salmes Kitzingen, Sitzstange Q1 bis Q4) und eine hohe Längssitzstange mit einer Länge von 200 cm (Abbildung 15, Anlage Salmes Kitzingen, Sitzstange L1). Alle Sitzstangen waren aus verzinktem Metall. Insgesamt stand damit einer Henne in einem Abteil der Salmes Kleingruppe (Typ 4000/735) eine Grundfläche von  $800 \text{ cm}^2$ , mit einem Einstreubereich von  $96 \text{ cm}^2$ , ein Nestbereich von  $92 \text{ cm}^2$  und eine Sitzstangenlänge von 15 cm zur Verfügung.



**Abbildung 4:** Aufsicht auf die Kleingruppenanlagen A (Big Dutchman) und B (Salmet Kitzingen). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile der Anlagen vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar.

### 3.2.2 STANDORT MÜNCHEN

Die Hennen des Standortes München befanden sich auf dem Gelände der Ludwig-Maximilians-Universität München am Oberwiesenfeld in München. An diesem Standort wurden die zwei Kleingruppenanlagen der Hersteller TESO Ten Elsen GmbH & Co. Kommanditgesellschaft, Sonsbeck und SALMET International GmbH, Dietzenbach sowie eine Voliere der Firma Big Dutchman International GmbH, Vechta-Calveslage untersucht, die im Folgenden detailliert beschrieben werden.

### **ANLAGE SALMET MÜNCHEN (ANLAGE C)**

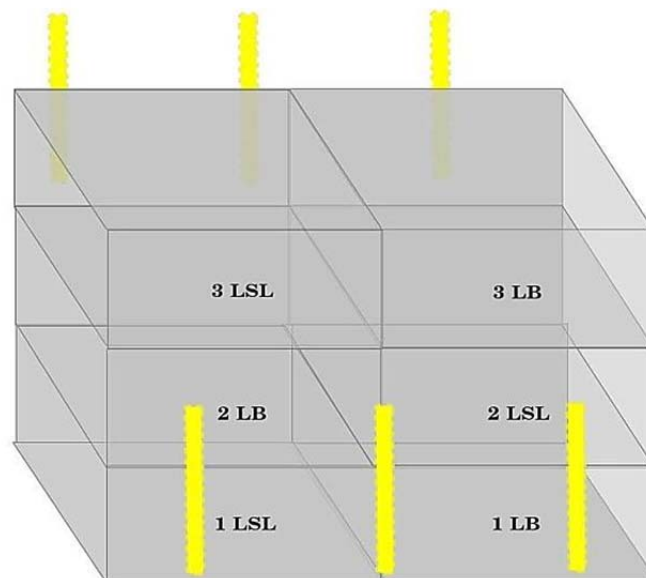
Ca. 50 Meter Luftlinie in nördlicher Richtung von der Anlage Specht entfernt, ist der Stall in dem sich die Kleingruppenanlage des Herstellers SALMET International GmbH, Dietzenbach sowie die Voliere befinden. Diese sind durch einen ca. 4 m breiten Zwischengang voneinander getrennt und sind mit getrennten Lüftungsanlagen ausgestattet. Der Innenraum des Stalls, in dem die Anlage Salmets aufgebaut ist, hat die Maße 13,2 x 3,2 m. Zwei Zugangstüren befinden sich jeweils an den Enden des Raums. Die Kleingruppenanlage Salmets, der Typbezeichnung FC-S Typ 715/725, besteht aus drei Etagen mit jeweils zwei hintereinander gereihten Abteilen, also aus insgesamt sechs Abteilen (siehe Abbildung 6). Eingestallt wurden auch hier alternierend LSL und LB Hennen, mit jeweils 50 Tieren pro Abteil, insgesamt 300 Tiere.

In Erweiterung zum ersten und zweiten zuvor durchgeführten Versuchsdurchgang wurde in diesem dritten Legedurchgang horizontal über den Einstreubereichen aller Abteile 180 cm lange LED-Lichtröhren der Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard, Niederlande installiert.

Ein Abteil der Anlage Salmets hatte die nutzbare Grundfläche von  $4,4 \text{ m}^2$ , mit zwei Einstreubereichen von je  $4050 \text{ cm}^2$ , ausgestattet mit nicht perforierten AstroTurf®-Matten des Herstellers Grass Tech S.P.R.L./ B.V.B.A, Louvain-la-Neuve in Belgien mit einer Noppenhöhe von 15 mm. Zusätzlich waren zwei Nestbereiche von je  $2958 \text{ cm}^2$ , mit nicht perforierten AstroTurf®-Matten desselben Herstellers mit einer Noppenhöhe von 16 mm vorhanden. In den Abteilen waren jeweils zwei längliche hohe Sitzstangen (auf der rechten und linken Seite) mit einer Länge von 136,5 cm pro Stange (Abbildung 15, Anlage Salmets München, Sitzstange „L1“ und „L3“), vier querverlaufenden Sitzstangen mit einer Länge von 125 cm pro Stange (Abbildung 15, Anlage Salmets München, Sitzstange „Q1“ bis „Q4“) sowie einem Zuleitungsrohr (Abbildung 15, Anlage Salmets München, Sitzstange „L2“, zählt gesetzlich nicht als Sitzstange) mit einer Länge von 294 cm. Alle Sitzstangen waren aus verzinktem Metall. Insgesamt stand einer Henne damit in einem Abteil der Anlage Salmets eine nutzbare Grundfläche von  $882 \text{ cm}^2$  mit einem Einstreubereich von  $162 \text{ cm}^2$ , einem zusätzlichen Nestbereich von  $118 \text{ cm}^2$ , und einer Sitzstangenlänge von 15 cm zur Verfügung.



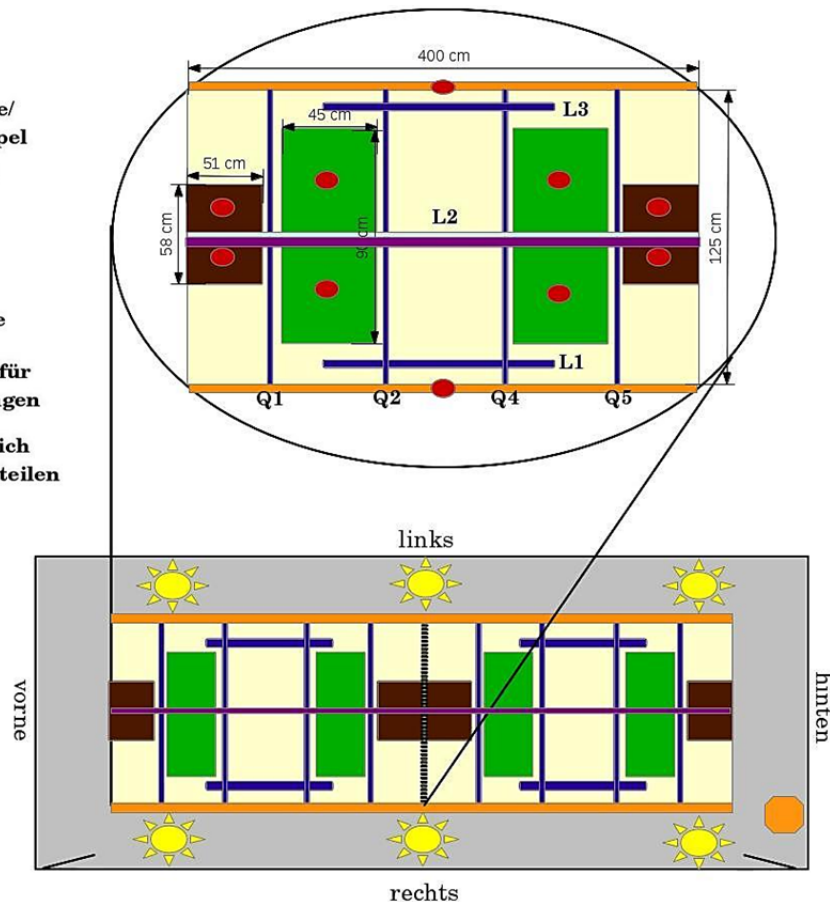
**Abbildung 5:** Innenansicht der Kleingruppenanlage C (Salmet München) mit Darstellung der verschiedenen Funktionsbereiche.



**Abbildung 6:** 3-D Darstellung der Kleingruppenanlage C (Salmet München). Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellten Legelinien dargestellt. Die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar.

### Legende

- = Gitter
- = Tränkelinie/  
Tränkenippel
- = Futtertrog
- = Legenest
- = Staubbad
- = Sitzstange
- ☀ = Lichtquelle
- = Meßpunkt für  
Lichtmessungen
- = Trennbereich  
zwischen Abteilen



**Abbildung 7:** Aufsicht auf die Kleingruppenanlage C (Salmet München). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile dieser Anlage vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar.

### ANLAGE SPECHT MÜNCHEN (ANLAGE D)

Auf dem südlichen Teil des Geländes wurde in einem ehemaligen Rinderstall eine Kleingruppenanlage des Herstellers TESO Ten Elsen GmbH & Co. Kommanditgesellschaft, Sonsbeck eingebaut. Diese Kleingruppenanlage „Specht Gruppenhaltung, Typ 206-740“ wird im Folgenden „Specht“, beziehungsweise ab dem Ergebnisteil „Anlage D“ genannt. Der Stall hat die Innenraummaße 12,0 x 12,0 Meter und ist mit drei Türen auf der Westseite ausgestattet. Die Anlage Specht wurde über zwei Etagen in zwei gegenüberliegenden Reihen angeordnet und bestand aus je drei aufeinanderfolgenden Abteilen, insgesamt also aus zwölf Abteilen (siehe Abbildung 8 und Abbildung 10).

Anders als bei den beiden vorherigen Legedurchgängen wurden in dem in dieser Arbeit vorgestellten Durchgang vier dieser zwölf Abteile [Abteile 1 oben (LSL), 3 unten (LB), 4 unten (LSL), 6 oben (LB)] zusätzlich mit horizontal über dem Einstreubereich installierten 90 cm langen LED-Lichtröhren der Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard,

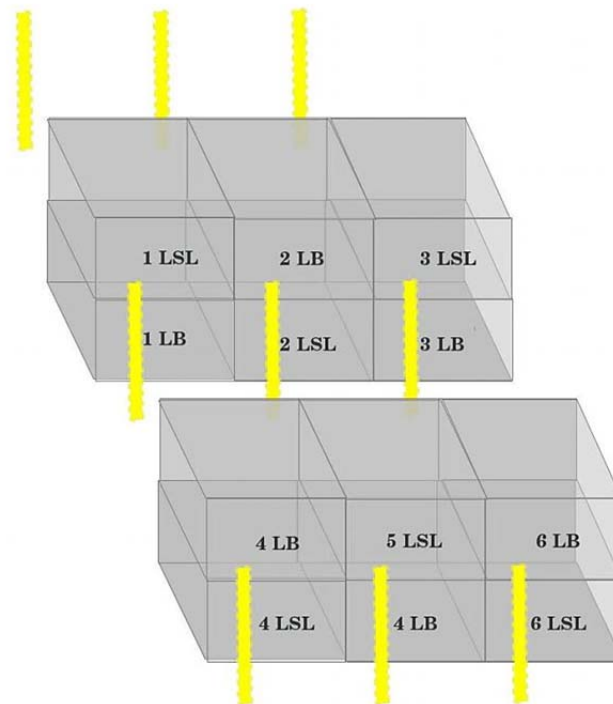


Niederlande ausgestattet. Ziel dieser Modifizierung war es, zu untersuchen, ob diese Fläche als Aktivitätsbereich noch attraktiver für die Hennen ist wenn sie stärker beleuchtet ist. Zudem wurden bei allen Abteilen die Nester durch Vorhänge von außen (am Versorgungsgang) abgedunkelt und bei vier weiteren Abteilen Vorhänge an den Ausgängen der Nester zur nutzbaren Fläche angebracht [Abteile 1 unten (LB), 3 oben (LSL), 5 oben (LSL), 5 unten (LB), siehe Abbildung 9]. Ziel dieser zusätzlichen Maßnahmen war es, zu erfassen, ob vermehrte Dunkelheit und Sichtschutz bei der Eiablage, den im ersten und zweiten Legedurchgang des Verbundprojektes beobachteten, Kloakenkannibalismus in dieser Anlage verhindern bzw. reduzieren kann.

In jedem Abteil wurden 40 Hennen eingestallt, alternierend die Legelinien Lohmann Selected Leghorn (LSL) und Lohmann Brown (LB). Dabei wurden in einem Abteil immer nur Hennen einer Linie untergebracht. Insgesamt befanden sich somit 480 Tiere in der Kleingruppenhaltung ‚Specht‘.

Ein Abteil der Anlage Specht hatte eine nutzbare Grundfläche von  $3,2 \text{ m}^2$ , zu dieser Fläche zählt auch der  $3600 \text{ cm}^2$  große Einstreubereich, bestehend aus einer nicht gelochten AstroTurf®-Matte der Firma Grass Tech S.P.R.L/ B.V.B.A, Louvain-la-Neuve in Belgien, mit einer Noppenhöhe von 11 mm. Zusätzlich gab es in jedem Abteil eine abgedunkelte Nestfläche von  $3600 \text{ cm}^2$  die ebenfalls mit einer gelochten AstroTurf®-Matte der Firma Grass Tech S.P.R.L/ B.V.B.A, mit einer Noppenhöhe von 15 mm ausgelegt war.

Es waren drei verschiedene Sitzstangen in jedem Abteil der Specht Anlage vorhanden. Eine niedrige PVC Sitzstange (Abbildung 16, Anlage Specht, Sitzstange „L2“) mit einer Länge von 148,5 cm, eine hohe verzinkte Metallsitzstange mit einer Länge von 238 cm (Abbildung 16, Anlage Specht, Sitzstange „L1“) und zusätzlich ein Kotbelüftungsschacht mit geformtem Kunststoffüberzug mit einer Länge von 238 cm, der laut Hersteller auch als Sitzstange gilt (Abbildung 16, Anlage Specht, Sitzstange „M“). Insgesamt stand damit einer von 40 Hennen in einem Abteil der Specht eine Grundfläche von  $810 \text{ cm}^2$  mit einem Einstreubereich von  $90 \text{ cm}^2$ , einem zusätzlichen Nestbereich von  $90 \text{ cm}^2$ , und eine Sitzstangenlänge von 16 cm zur Verfügung. Diese Maße entsprachen zum Zeitpunkt der Untersuchung der TierSchNutzV.

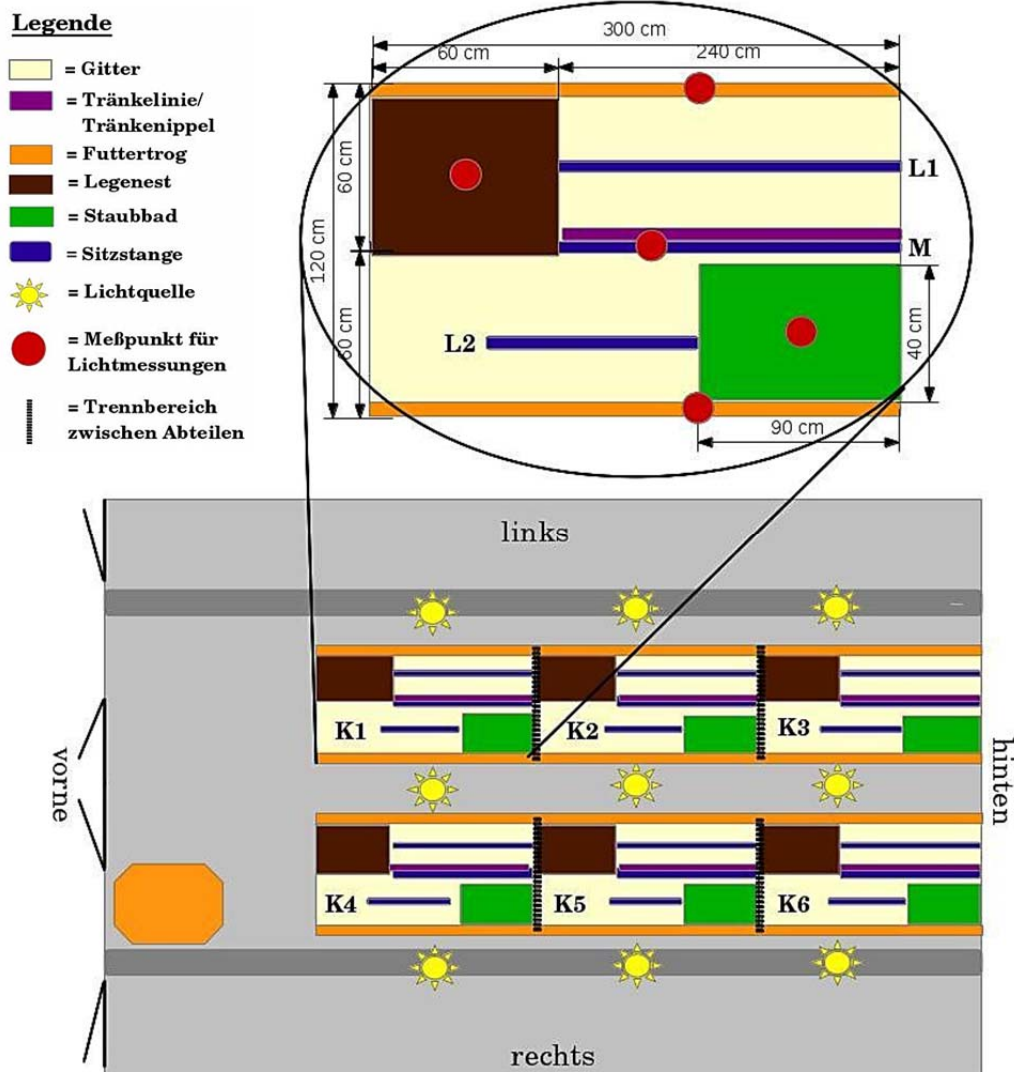


**Abbildung 8:** 3-D Darstellung der Kleingruppenanlage D (Specht München). Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellten Legelinien dargestellt. Die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar.



**Abbildung 9:** Nestbereich der Kleingruppenanlage Specht, Abteil ohne (links) und mit (rechts) Nestvorhang.





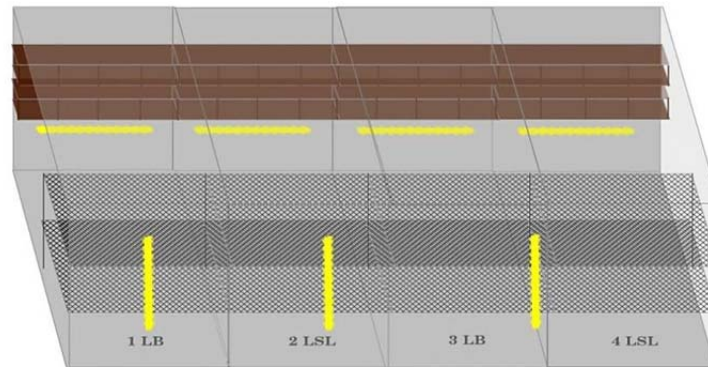
**Abbildung 10:** Aufsicht auf die Kleingruppenanlage D (Specht München). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile dieser Anlage vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar.

**ANLAGE VOLIERE MÜNCHEN (ANLAGE E)**

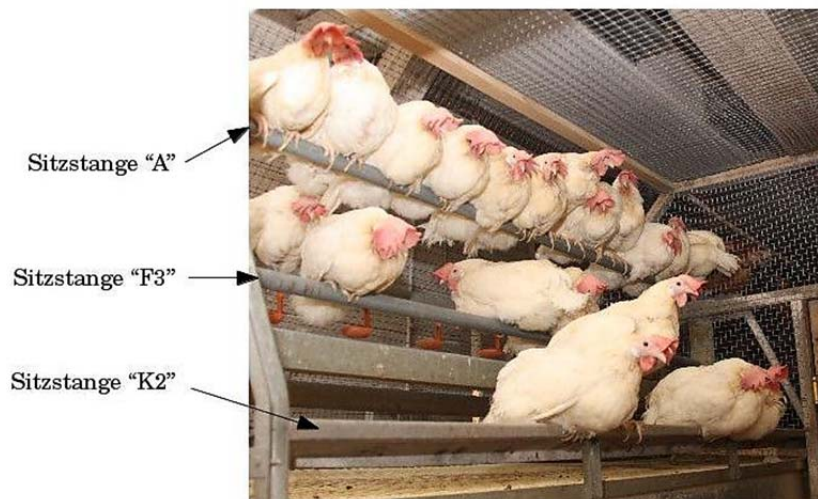
Die Voliere der Firma Big Dutchman befand sich neben der Anlage Salmest, in einem Raum mit den Innenmaßen 13,2 x 3,2 Meter, ebenfalls mit einer vorderen und einer hinteren Eingangstür. Die Voliere war aufgeteilt in vier Abteile mit jeweils 100 Tieren. Es wurden alternierend LB und LSL Hennen eingestallt (siehe Abbildung 11 und Abbildung 14). Ein Abteil der Voliere hat eine Bodengrundfläche von 5,6 m<sup>2</sup>, zusätzlich sind zwei Ebenen mit einer Fläche von jeweils 2,8 m<sup>2</sup> vorhanden. Daraus ergibt sich eine nutzbare Fläche von 11,2 m<sup>2</sup>. Die Bodengrundfläche zählt als Einstreubereich und wurde in sechs wöchigen Abständen ausgemistet und mit Strohpellets „Elles Strohsteu“ der L. Stroetmann Saat GmbH

& Co. KG, Münster eingestreut. Zusätzlich standen den Tieren pro Voliere acht Nester (Größe 32 cm x 50 cm) mit einer Gesamtfläche von 12800 cm<sup>2</sup> zur Verfügung, die mit Nestmatten aus gelochtem Weich PVC der Firma Inauen AG, Appenzell, Schweiz in der Größe von 28 x 49 cm, mit einer Noppenhöhe von 15 mm ausgelegt waren. In einem Volierenabteil sind jeweils acht Sitzstangen mit einer Länge von je 200 cm eingebaut. Eine hohe Metallsitzstange (Abbildung 16, Anlage Voliere, Sitzstange „A“), zwei geformte Kanten aus Metall an den Rändern der Ebene zum Einstreubereich (Abbildung 16; Anlage Voliere, Sitzstange K1 und K2), vier Metallstangen über den Futterlinien (Abbildung 16, Anlage Voliere, Sitzstange F1 bis F4) und eine Metallstange über der Tränkelinie der oberen Ebene, diese wurde jedoch aus technischen Gründen in der Auswertung nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurden eine niedrige Metallstange und jeweils zwei Holzstangen vor den Nestreihen installiert. Diese dienten als Anflugbalkone und sind in der Abbildung 16 detailliert dargestellt. Die Sitzstangen A, F3 und K2 sind in der Abbildung 12 dargestellt. Insgesamt standen einer Henne in einem Abteil der Voliere eine Grundfläche von 1120 cm<sup>2</sup>, mit einem Einstreubereich von 560 cm<sup>2</sup>, ein zusätzlicher Nestbereich von 128 cm<sup>2</sup> und eine Sitzstangenlänge von 16 cm zur Verfügung.

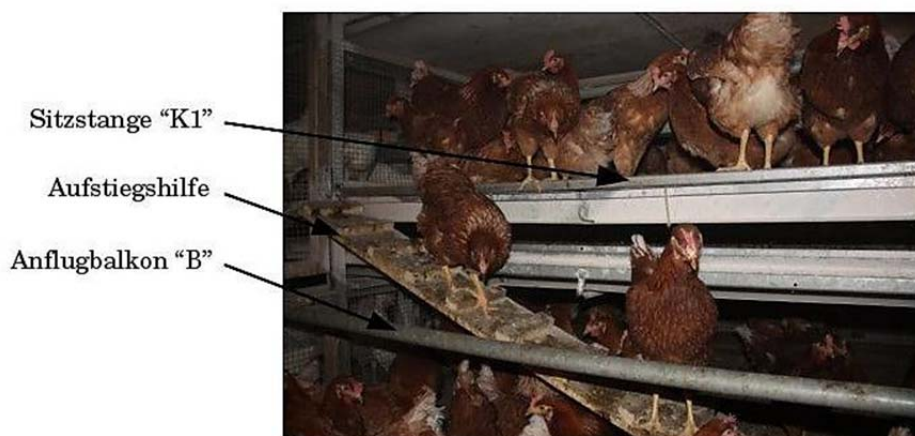
Die Hennen wurden in der Junghennenaufzucht in einem Käfigsystem aufgezogen. Aus diesem Grund haben die Tiere in der Aufzuchtphase nicht gelernt zwischen den Ebenen zu wechseln. Ihnen wurde in den ersten Wochen im Versuchsstall eine „Aufstiegshilfe“ zur ersten Ebene angeboten, um sicher zu stellen, dass sie das Futter und Wasser immer erreichen konnten (siehe Abbildung 13). Zusätzlich wurden in den ersten Tagen nach der Einstellung alle Hennen jeden Abend, kurz vor Eintritt der Dunkelphase, auf die Ebenen gesetzt.



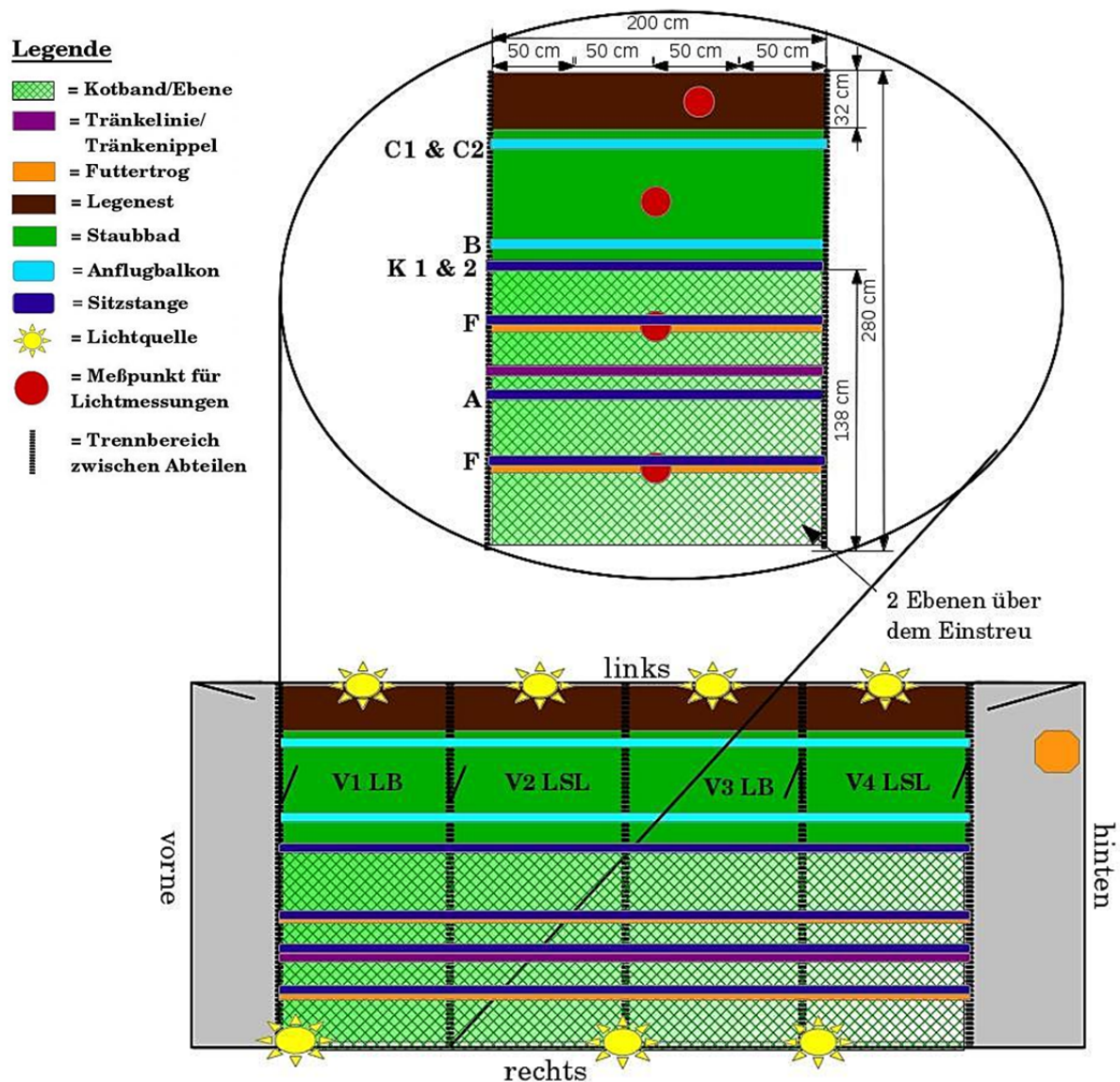
**Abbildung 11:** 3-D Darstellung der Anlage E (Voliere München). Innerhalb der Abteile sind die Abteilnummern und die eingestellte Legelinie dargestellt. Die braunen Bereiche stellen die Nestreihen dar, die gemusterten Schattierungen die Ebenen und die gelben Streifen stellen die Lokalisationen der Leuchtstoffröhren im Stall dar.



**Abbildung 12:** Seitenansicht auf die Ebene 2 der Anlage E (Voliere München) mit den Sitzstangen "A", "F3" und "K2".





**Abbildung 13:** Ansicht auf die erste Ebene der Anlage E (Voliere München) mit Aufstiegshilfe, dem Anflugbalkon „B“ und der Kante der unteren Ebene, „K1“.





**Abbildung 14:** Aufsicht auf die Anlage E (Voliere München). Die Sicht auf ein Abteil ist beispielhaft für alle Abteile dieser Anlage vergrößert und stellt die Maße, Funktionsbereiche und Messpunkte dar.

## Big Dutchman Kitzingen (Anlage A)

- |   |   |
|---|---|
|  <p><b>L1 &amp; L5 = Längssitzstange außen</b><br/>(Anzahl pro Sektionen: 2)<br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 4,0 cm<br/>Länge: 120,0 cm<br/>Abstand vom Boden: 10,0 cm<br/>Abstand zur Decke: 50,0 cm</p> |  <p><b>L2 &amp; L4 = Längssitzstange innen (2)</b><br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 4,0 cm<br/>Länge: 120,0 cm<br/>Abstand vom Boden: 30,0 cm<br/>Abstand zur Decke: 30,0 cm</p> |
|  <p><b>L3 = Zuleitungsrohr (1)</b><br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 5,0 cm<br/>Länge: 180,0 cm<br/>Abstand zum Boden: 8,0 cm<br/>Abstand zur Decke: 42,0 cm</p>  |   |




---

## Salmet Kitzingen (Anlage B)

- |  |  |
|--|--|
|  <p><b>L = Längssitzstange (1)</b><br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 4,0 cm (Breite) / 2,5 – 3,0 cm (Höhe)<br/>Länge: 200,0 cm<br/>Abstand vom Boden: 29,5 cm<br/>Abstand zur Decke: 30,5 cm</p> |  <p><b>Q1, Q2, Q4 &amp; Q5 = Quersitzstange (4)</b><br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 2,5 cm (Breite) / 3,0 – 1,0 cm (Höhe)<br/>Länge: 73,5 cm<br/>Abstand vom Boden: 15,5-8,0 cm (wg. Neigung)<br/>Abstand zur Decke: 52,0 cm</p> |
|--|--|

---

## Salmet München (Anlage C)

- |  |  |
|--|--|
|  <p><b>L1 &amp; L3 = Längssitzstange (2)</b><br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 4,0 cm (Breite) / 2,5 – 3,0 cm (Höhe)<br/>Länge: 136,5 cm<br/>Abstand vom Boden: 26,5 cm<br/>Abstand zur Decke: 29,0 cm</p> |  <p><b>Q1, Q2, Q4 &amp; Q5 = Quersitzstange (4)</b><br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 2,5 cm (Breite) / 3,0 cm (Höhe)<br/>Länge: 125,0 cm<br/>Abstand vom Boden: 13,0 – 18,0 cm<br/>(wg. Neigung des Abteils)<br/>Abstand zur Decke: 40,0 cm</p> |
|  <p><b>L2 = Zuleitungsrohr (1)</b><br/>Material: verzinktes Metall<br/>Ø: 5,0 cm<br/>Länge: 294,0 cm<br/>Abstand zum Boden: 17,5 cm<br/>Abstand zur Decke: 42,5 cm</p>  |  |

**Abbildung 15:** Detaillierte Darstellung der einzelnen **Sitzstangen** der Anlagen A bis C. Jede Sitzstange ist grafisch dargestellt, kodiert mit Name und Anzahl, außerdem Benennung des Materials, Durchmesser, Höhe, Länge, Abstand zum Boden und zur Decke in cm.



## Specht München (Anlage D)



**M = Kotbelüftungsschacht (1)**  
Material: PVC, Kunststoff  
Ø: 6,0 – 16,0 cm (Breite) / 7,0 cm (Höhe)  
Länge: 238,0 cm  
Abstand vom Boden: 0 – 7,0 cm  
Abstand zur Decke: 48,0 cm



**L2 = Kunststoffsitzstange (1)**  
Material: PVC, Kunststoff  
Ø: 4,5 cm (Breite) / 3,0 cm (Höhe)  
Länge: 148,5 cm  
Abstand vom Boden: 8,5 cm  
Abstand zur Decke: 48,0 cm



**L1 = Metallsitzstange (1)**  
Material: verzinktes Metall  
Ø: 3,5 cm  
Länge: 238,0 cm  
Abstand vom Boden: 25,0 cm  
Abstand zur Decke: 31,0 cm

---

## Voliere München (Anlage E)



**B = Niedrige Metallstange (1)**  
*Anflugstange*  
Material: verzinktes Metall  
Ø: 3,5 cm  
Länge: 200,0 cm  
Abstand zum Boden: 50,0 cm  
Abstand zur Decke: 210,0 cm



**F1, F2, F3, F4 = Rohre über den Futterlinien (4)**  
Material: verzinktes Metall  
Ø: 3,5 cm  
Länge: 200,0 cm  
Abstand zum Ebenenboden: 36,0 cm  
Abstand zur Decke: 23,0 cm / 69,0 cm



**C1 & C2 = Stangen vor den Nestreihen (2)**  
*Anflugstangen*  
Material: Fichtenholz  
Ø: 3,0 cm (Breite) / 2,5 cm (Höhe)  
Länge: 200,0 cm  
Abstand zum Boden: 113,0 cm / 151,0 cm  
Abstand zur Decke: 26,0 cm / 106,0 cm



**K1 & K2 = Kante an der Kotbandebene (2)**  
Material: verzinktes Blech  
Ø: 10,5 cm (Breite) / 3,0 cm (Höhe)  
Länge: 200,0 cm  
Abstand zum Ebenenboden: 3,0 cm  
Abstand zur Decke: 56,0 cm / 105,0 cm



**A = Hohe Metallsitzstange (1)**  
Material: verzinktes Metall  
Ø: 3,5 cm  
Länge: 200,0 cm  
Abstand zum Ebenenboden: 65,0 cm  
Abstand zur Decke: 40,0 cm

**Abbildung 16:** Detaillierte Darstellung der einzelnen Sitzstangen der Anlagen D und E. Jede **Sitzstange** bzw. *Anflugbalkon* ist grafisch dargestellt, kodiert mit Name und Anzahl, außerdem Benennung des Materials, Durchmesser, Höhe, Länge, Abstand zum Boden und zur Decke in cm.

### 3.3 BELEUCHTUNG

---

Um zwischen den Versuchsstationen eine einheitliche und vergleichbare Beleuchtung zu erreichen wurden Fenster und lichtdurchlässige Löcher in allen Stallungen derart abgedichtet, dass die Ausleuchtung der Ställe ausschließlich über Kunstbeleuchtung erfolgte. Dies wurde mit einer Ausnahmegenehmigung ermöglicht.

In allen Stallungen wurden die Leuchtstoffröhren „Lumilux Warm White, L 36 W 830“ der Firma Osram, München, Deutschland verwendet, diese waren mit Vorschaltgeräten ausgestattet. Osram gibt für diese Leuchtstoffröhren ein Lichtfarbwiedergabeindex von 80 bis 89 („gut“), eine Farbtemperatur von 3000 Kelvin und eine maximale Beleuchtungsstärke von 3350 Lumen an (OSRAM, 2013).

Die Hängelampen in allen Stallungen wurden von einem Sonnenlichtsimulator der Firma Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard, Niederlande Typbezeichnung Sunlight Simulator (SLS-1) reguliert. Morgens und abends erfolgte eine 30 minütige (in Kitzingen 15 minütige) Phase der Lichtdämmerung, die den Sonnenauf- bzw. Untergang simulieren soll und den Tieren Zeit gibt zum Aufbaumen und sich einen Ruheplatz zu suchen. Die in dieser Arbeit in Prozent angegebenen Beleuchtungsintensitäten sind die prozentualen Anteile der maximal möglichen Beleuchtungsstärke am SLS-1 Beleuchtungscomputer (z.B. „15 % der max. Beleuchtungsintensität des SLS-1“).

#### MÜNCHEN

Die Kleingruppenanlage Specht wurde von neun Leuchtstoffröhren (je drei Röhren pro Versorgungsgang), die Kleingruppenanlage Salmat von sechs Leuchtstoffröhren (je drei pro Versorgungsgang) und die Voliere in München von vier quer verlaufenden Leuchtstoffröhren unter den unteren Nestreihen und drei hängenden Leuchtstoffröhren ausgeleuchtet (siehe Abbildungen der jeweiligen Stallanlagen).

Zusätzlich wurden in den Abteilen 1 LSL, 3 LB, 4 LSL und 6 LB der Specht Anlage 90 cm lange und in allen Abteilen der Salmat München 180 cm lange LED-Lichtrohre der Firma Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard, Niederlande installiert. Diese waren so geschaltet, dass sie von morgens kurz nach der Dämmerungsphase bis abends kurz vor Ende der Hellphase monochromatisches Licht ausstrahlten.

Das detaillierte Lichtprogramm für die Regulation der Tageslichtlänge und maximalen Lichtintensität am SLS-1 Beleuchtungscomputer ist in der Tabelle 3 dargestellt.

## KITZINGEN

Der Stall in Kitzingen wurde von fünf Leuchtstoffröhren pro Gang ausgeleuchtet, somit sind in dem gesamten Stall 15 Hängelampen verteilt. Das detaillierte Lichtprogramm der Anlagen A und B ist in der Tabelle 2 dargestellt.

Zusätzlich zu den Hängelampen wurden als Veränderung zum zweiten Legedurchgang über dem Einstreubereich der oberen Abteile der Kleingruppe Big Dutchman (Abteil 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41) 55 cm lange LED-Lichtrohre der Firma Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard, Niederlande installiert.

**Tabelle 2:** Regulierung der Tageslichtlänge und der maximalen Lichtintensität der Stallungen in Kitzingen (Angaben in % der vollständig möglichen Beleuchtung des SLS-1).

Datum /Alter der Legehennen in Lebenswochen	Tageslichtdauer und Lichtintensität
29.10.2010 (19. LW)	12 h Licht (5:00 bis 17:00); 15 %
05.11.2010 (20. LW)	13 h Licht (4:30 bis 17:30); 15 %
12.11.2010 (21. LW)	13,5 h Licht (4:00 bis 17:30); 15 %
19.11.2010 (22. LW bis zur Ausstallung)	14 h Licht (3:30 bis 17:30); 15 %



**Tabelle 3:** Regulierung der Tageslichtlänge und der maximalen Lichtintensität der Stallungen in München (Angaben in % der vollständig möglichen Beleuchtung des SLS-1).

Datum /Alter der Legehennen in Lebenswochen (LW)	Tageslichtdauer und Lichtintensität
27.10.2010 (18. LW)	10 h Licht (7:00 bis 17:00) Voliere: 21 % Salmet: 12 % Specht: 5 %
10.11.2010 (20. LW)	11 h Licht (6:00 bis 17:00)
13.11.2010 (21. LW)	Voliere 21 % Salmet 12 % Specht 12 %
15.11.2010 (21. LW)	LED's in Salmet und Specht eingestellt (auf Stufe I)
17.11.2010 (21. LW)	12 h Licht (5:00 bis 17:00)
24.11.2010 (22. LW)	13 h Licht (4:00 bis 17:00)
01.12.2010 (23. LW)	14 h Licht (4:00 bis 18:00)
16.12.2010 (26. LW)	Voliere 25 % Salmet 15 % Specht 15 %
22.03.2011 (38. LW)	Voliere 25 % Salmet 18 % Specht 18 %
10.04.2011 (41. LW bis zur Ausstellung)	Voliere 25 % Salmet 18 % Specht 15 %

### 3.4 VIDEOAUFZEICHNUNGEN UND VERHALTENSBEOBSACHTUNGEN

---

Für die Verhaltensbeobachtungen wurden Videoaufzeichnungen durchgeführt. Pro Legedurchgang gab es drei Untersuchungszeiträume (UZR). Aus technischen Gründen wurden ausschließlich Hennen der Linie Lohmann Selected Leghorn (LSL) beobachtet. Diese Hennenlinie ist mit dem genutzten Videosystem auch in der Dunkelphase gut sichtbar.

Die technischen Geräte wurden jeweils 24 Stunden vor den Aufzeichnungen aufgebaut, so dass sich die Tiere nach dem Aufbau an die Videosysteme adaptieren konnten. Die Beobachtungen fanden in München in der 24., 47. und 63. Lebenswoche und in Kitzingen in der 25., 48. und 64. Lebenswoche, jeweils über einen durchgehenden Zeitraum von 48 Stunden statt.

In München wurden alle Abteile mit LSL Hennen gefilmt, in Kitzingen die Abteile 36, 33, 32 und 29 der Big Dutchman und die Abteile 6, 9, 18 und 21 der Salmat Anlage. Die in dieser Arbeit mit „n =“ bezeichneten Zahlen entsprechen der Anzahl beobachteter Abteile der jeweiligen Anlage.

Die Kodierung der Abteile entspricht der Einteilung von TELLE (2011), es sei denn dies war aufgrund technischer Gegebenheiten nicht möglich. Die Einzelheiten zur Kodierung sind der Tabelle 4 zu entnehmen. Für die Beobachtungen standen Infrarotkameras des Typs VTC-E220IRP der Firma Santec, Ahrensburg, Deutschland zur Verfügung und wurden in den Abteilen mit Kabelbindern befestigt. Mit den Infrarotkameras konnten auch in der Nacht Hennen der Linie LSL gut differenziert werden.

Mit Datenkabeln wurden die Signale der Kameras an Encoder Boxen (Indigo Vision 8000) der Firma Indigo Vision Inc., Edinburgh, U.K. geleitet. Die Encoder Boxen waren über Netzkabel mit Switchports AT-FS 708 Switch der Firma Allied Telesis Inc., USA und diese wiederum mit einem Computer verbunden. Als Software wurde Indigo Vision Control Center (Version 3.16.09) der Firma Indigo Vision Inc., Edinburgh, U.K. genutzt, diese wurde über die Firma Ippi GmbH, München, Deutschland bezogen.

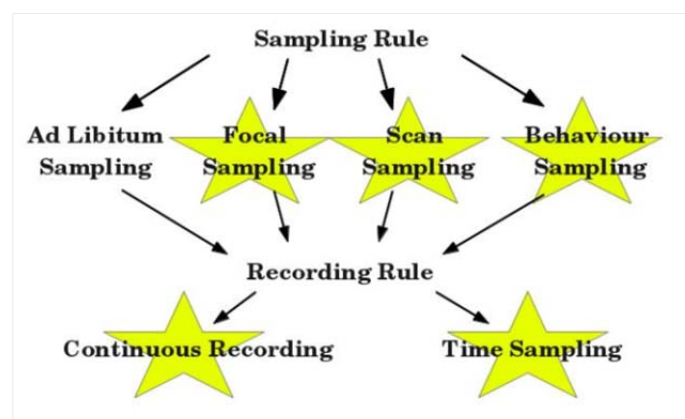
In den Volieren in München wurde je eine Kamera auf den ausgeleuchteten Einstreubereich, eine weitere auf die zwei Nestreihen und eine dritte auf die Ebenen ausgerichtet. In den Kleingruppenanlagen Salmat und Specht München sowie der Big Dutchman Anlage Kitzingen wurden jeweils vier Kameras pro Sektion installiert. In der Anlage Salmat Kitzingen waren zwei Kameras ausreichend. Mit diesem Aufbau war eine Sicht auf die Sitzstangen, Einstreubereiche und große Anteile des Gitterbodens möglich.

**Tabelle 4:** Darstellung der Kodierung der per Video beobachteten Abteile im Vergleich zur Kodierung von TELLE (2011).

Abteilnummer/ Bezeichnung	Abteil-ID	Käfig ID in TELLE (2011)	Abteilnummer/ Bezeichnung	Abteil-ID	Käfig ID in TELLE (2011)
Anlagen München			Anlagen Kitzingen		
Salmet oben	3.1	1	Big Dutchman 33	1.11	11
Salmet mitte	3.2	2	Big Dutchman 36	1.12	12
Salmet unten	3.3	3	Big Dutchman 29	1.13	Nicht beobachtet
Specht 3	4.4	4	Big Dutchman 32	1.14	Nicht beobachtet
Specht 5	4.5	5	Salmet 18	2.15	Nicht beobachtet
Specht 4	4.6	6	Salmet 21	2.16	16
Specht 2	4.7	7	Salmet 9	2.17	Nicht beobachtet
Specht 1	4.8	8	Salmet 6	2.18	18
Specht 6	4.19	Nicht beobachtet			
Voliere 4	5.9	9			
Voliere 2	5.10	10			

### 3.4.1 AUSWERTUNG DER VERHALTENSBEOBSACHTUNGEN

Für die Auswertung wurden alle Videoaufnahmen angesehen und anhand der von Martin und Bateson (2007) erläuterten Prinzipien dokumentiert: „Sampling Rules“ legen fest, welche Tiere zu welchem Zeitpunkt beobachtet werden und „Recording Rules“ bestimmen, wie das ausgesuchte Verhalten ausgewertet wird (siehe Abbildung 17).

**Abbildung 17:** Stufen der Erfassung von Verhaltensbeobachtungen – Die genutzten Methoden sind farblich hervorgehoben (Martin und Bateson, 2007).

Die Auswertung der Videoaufnahmen wurde unterteilt in eine Hell- und Dunkelphase. Der Beginn der simulierten Hellphase, nämlich der Zeitpunkt an dem das Licht seine volle Intensität erreicht hat (4:00 Uhr), wurde als Zeitpunkt Null der Hellphase definiert. Das Ende der Hellphase war aufgrund des Lichtprogramms um 18:00 Uhr (Beginn der Dämmerung). Nach 30-minütiger Dämmerungsphase begann um 18:30 Uhr die Dunkelphase mit vollständiger Dunkelheit. Die Dunkelphase endete mit der künstlichen morgendlichen Dämmerung um 3:30 Uhr.

#### 3.4.1.1 BEOBACHTUNGEN WÄHREND DER HELLPHASE

---

Während der Hellphase wurden drei Methoden des Sampling nach Martin und Bateson (2007) angewendet (siehe Abbildung 17 und Abbildung 18).

##### **FOCAL ANIMAL SAMPLING**

Unter „Focal Animal Sampling“ versteht man, dass eine genau definierte Untersuchungseinheit für eine zuvor festgelegte Zeit beobachtet wird. In den Untersuchungen über das Staubbadeverhalten war der Einstreubereich diese Einheit und es wurden für 24 h drei definierte Zeiträume dokumentiert. Der Tageszeitraum (TZ) I war definiert von 3:30-4:00 Uhr, der TZ II von 4:00-5:00 Uhr und der TZ III für 60 Minuten, direkt im Anschluss des ersten Einstreuintervalls des Tages. In München wurde die Anlage Salmes als Zeitgeber für das erste Einstreuintervall der Anlagen Specht und Voliere genommen. Die Anlagen Specht und Voliere München wurden dementsprechend zu den gleichen Tageszeitpunkten ausgewertet wie die Anlage Salmes München. Detaillierte Erklärungen hierzu werden im Unterkapitel „Futtereinstreu im Staubbad“ des Kapitels 3.6 „Fütterung“ genau dargestellt.

In diesen drei Tageszeiträumen (TZ) wurde genau aufgezeichnet, wann eine Henne mit einem Staubbad beginnt, wann und warum das Staubbad endet und ob und aus welchem Grund eine Unterbrechung während des Staubbades stattgefunden hat. Ein Staubbad wurde ab dem Moment gezählt, in dem von der liegenden Henne das erste vertikale Flügelschlagen gezeigt wurde. Als Beendet wurde das Staubbad notiert wenn die Henne aufgestanden ist und damit das Staubbad beendete. In wenigen Fällen schliefen die Hennen direkt im Anschluss an das Staubbaden ein, dann wurde das Staubbad ab dem Moment als beendet betrachtet in dem keine Staubbadebewegungen mehr notiert wurden. Das Ende und die Unterbrechungen eines Staubbades wurden mit Ziffern kodiert (siehe Tabelle 5).

### SCAN SAMPLING

Beim „Scan Sampling“ wird eine ganze Gruppe in festgelegten Intervallen beobachtet und das Verhalten notiert. Der erste Beobachtungszeitpunkt (BZ) war definiert als Zeitpunkt 30 Minuten nach Beginn der Hellphase um 4:30 Uhr. Dann folgte das Sampling stündlich bis zum Ende der Hellphase mit dem letzten BZ um 17:30 Uhr. Es wurde aufgezeichnet, wo sich die Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen (Sitzstange, Einstreubereich, Gitter) des Systems aufhielten und wie viele Tiere sich auf den verschiedenen Sitzstangen eines Abteils befanden. Eine Henne musste sich mit beiden Füßen auf der entsprechenden Sitzstange oder dem Funktionsbereich befinden um in diesem gezählt zu werden. Die Nestnutzung wurde in dieser Arbeit nicht erfasst.

**Tabelle 5:** Numerische Kodierung der Ursache für das Beenden/Unterbrechen eines Staubbades.

Numerische Kodierung des Endes/der Unterbrechung des Staubbades	Grund
0	Ohne Störung
1	Weggepickt von anderer Henne
2	Verdrängt von anderer Henne
3	Staubbadende Henne erschreckt sich
4	Staubbadende Henne dominiert andere Henne
5	Sonstiges

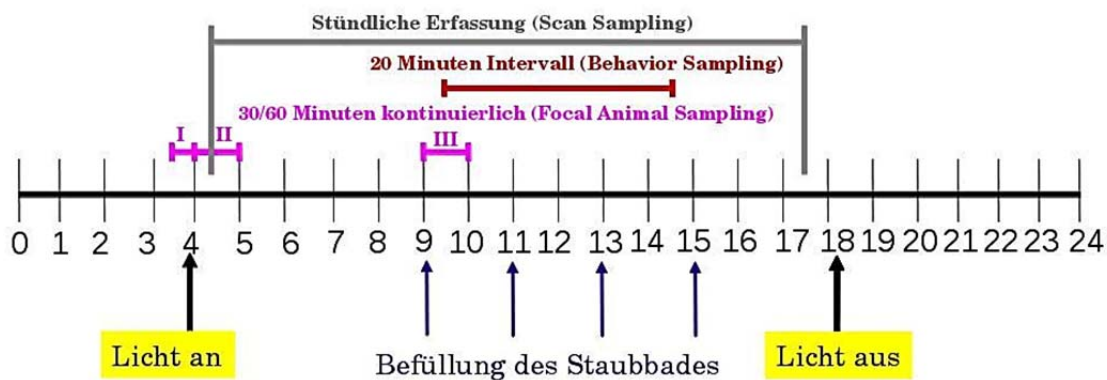
### BEHAVIOUR SAMPLING

Mit „Behaviour Sampling“ wird das Auftreten eines bestimmten Verhaltens in einer Gruppe erfasst. Zu den stündlichen Beobachtungszeitpunkten und im 20-Minuten-Intervall wurde während der Hauptstaubbadezeit (5-10 Stunden nach Lichtbeginn) dokumentiert, wie viele Hennen und wo diese Staubbadeverhalten zeigten. Aufgrund der in der Literatur beschriebenen durchschnittlichen Staubbadedauer von 27 Minuten, sollten in einem 20-Minuten-Beobachtungs-Intervall alle staubbadenden Hennen erfasst worden sein.

### 3.4.1.2 BEOBACHTUNGEN WÄHREND DER DUNKELPHASE

Während der Dunkelphase gab es zwei Beobachtungszeitpunkte. Der erste Zeitpunkt war zwei Stunden vor dem Ende der Dunkelphase (1:30 Uhr) und der zweite zwei Stunden nach Beginn der Dunkelphase (20:30 Uhr). Die Beobachtungen erfolgten zu diesen Zeitpunkten nach den Regeln des „Scan Samplings“ (MARTIN und BATESON, 2007), mit einer detaillierten Aufzeichnung der Verteilung der Tiere im Haltungssystem.

In der Abbildung 18 sind die Bereiche der Beobachtungszeitpunkte im Zusammenhang mit dem Lichtprogramm und der Befüllung des Staubbades grafisch dargestellt.



**Abbildung 18:** Darstellung der genutzten Beobachtungsmethoden, -zeitpunkte und -intervalle im Zusammenhang mit der Lichtsteuerung und der Befüllung des Staubbades, modifiziert nach BERGMANN et al. (2011). Tageszeitraum (TZ) I = 30-minütige Phase während der Dämmerung in der Früh, TZ II = 60-minütige Phase nach der Dämmerung in der Früh und TZ III = 60-minütige Phase nach dem ersten Einstreuintervall.

### 3.5 LICHTMESSUNGEN

Im Verlauf des Legedurchgangs wurden in allen Stallungen insgesamt drei Lichtmessungen (31./34. LW, 51. LW, 64./65. LW) mit dem Beleuchtungsstärkemessgerät „LMT Pocket Lux 2B“, der Firma Lichtmesstechnik GmbH, Berlin, Deutschland durchgeführt. Dieses Gerät entspricht der Klasse B gemäß DIN 5032 Teil 7 und ist damit für Lichtmessungen im Geflügelstall geeignet (STEIGERWALD, 2006).

In München wurden in allen Abteilen Lichtmessungen durchgeführt, in Kitzingen in den Abteilen 28 (ID 1.22), 29 (ID 1.13), 40 (ID 1.23) und 33 (ID 1.11) der Big Dutchman Anlage und den Abteilen 5 (ID 2.21), 6 (ID 2.18), 17 (ID 2.20) und 18 (ID 2.15) der Salmat Anlage.

Die Lux-Messungen erfolgten, soweit möglich, genau zwischen zwei Lichtquellen. Es wurde jeweils auf der linken und rechten Seite der Abteile in den Bereichen Staubbad, Futtertrog, Legenest sowie in der Mitte der Abteile der Kleingruppenhaltungen gemessen. In der Voliere wurden die Bereiche Legenest (obere und untere Reihe), Ebenen (linker und rechter Bereich) und die Mitte des Einstreubereiches untersucht. Die Lux-Messpunkte sind als roter Punkt auf den jeweiligen Stallskizzen gekennzeichnet (siehe Abbildung 4, Abbildung 7, Abbildung 10 und Abbildung 14).

Für jeden Messpunkt wurde eine 6-Seiten-(„Würfel“-) Messung durchgeführt, bei welcher sich ein Lux-Wert aus den Einzelwerten oben, unten, rechts, links, vorne und hinten zusammensetzt. Mit dieser Messung wird die Lichtintensität für einen Punkt als Mittelwert aus den sechs Richtungen berechnet.

Die drei im Verlauf der Legeperiode durchgeführten Messungen wurden jeweils bei den zum Zeitpunkt der Messung vorhandenen Lichtintensitäten durchgeführt (siehe Lichtprogramm, Tabelle 2 und Tabelle 3).

### 3.6 FÜTTERUNG

---

#### **LEGEMEHL**

Gemäß den unterschiedlichen Bedürfnissen der Hennen an Nährstoffen im Verlauf der Legeperiode, wurde die Fütterung in allen Anlagen in drei Phasen unterteilt (siehe Tabelle 6).

#### **CA-SUPPLEMENTIERUNG**

Muschelschalengrit ist eine Möglichkeit den hohen Bedarf an Calcium zu decken und damit die Schalenstabilität zu gewährleisten. Zusätzlich zum Legehennenmehl wurde deshalb den Tieren in den Stallungen in München ab der 30. Lebenswoche ca. 5 Gramm Muschelgrit der Firma Ostrea, Yerseke, Holland pro Tier, drei Mal wöchentlich, in den Futtertrog gegeben.

**Tabelle 6:** Einteilung der Fütterungsphasen mit Angaben über Rohprotein-, Energie-, Methionin- und Calciumgehalte im Futter.

Phase	Zeitraum	Name des Futters	Rohprotein (in %)	Energie (in MJ)	Methionin (in %)	Calcium (in %)
1	18. – 48. LW	Korngold LAM 41	18	11,6	0,41	3,75
2	48. – 64. LW	Korngold LAM 40	17,5	11,4	0,40	3,8
3	64. - 70. LW	Korngold LAM 38	17	11,4	0,38	4,10

#### FUTTEREINSTREU IM STAUBBAD

Um das Staubbad attraktiver zu gestalten und den Hennen ein Staubbadesubstrat anzubieten, wurde bis zu vier Mal täglich Legehennenmehl über ein automatisches Futterrohr in den Einstreubereich der Kleingruppenhaltungen gegeben. Das Futter entsprach der jeweiligen Fütterungsphase (siehe Tabelle 6). In den Anlagen in Kitzingen wurde um 09:00, 10:30, 13:00, und 15:00 Uhr Futter in die Einstreubereiche gegeben. In der Anlage München Salmet wurde im Winter (Verhaltensbeobachtung Dezember) um 08:00, 10:00, 12:00 und 14:00 Uhr, und im Sommer (Verhaltensbeobachtung Mai und September) um 09:00, 11:00, 13:00 und 15:00 Uhr Futter über die Einstreumatten gestreut. In der Anlage Specht wurde aufgrund eines technischen Defektes in allen Untersuchungszeiträumen während der Dunkelphase um 23:30 und 01:30 (Winterzeit) bzw. 00:30 und 2:30 (Sommerzeit) Futter in den Einstreubereich gegeben. Aufgrund dieses Defektes wurde jedoch keine Beeinträchtigung der Tiere in der Nachtphase beobachtet, nach der Dunkelphase hatten die Tiere einen Haufen Futter auf den Staubbadematten. Dieser Defekt wurde in den Verhaltensbeobachtungen genutzt um zu sehen ob die Tiere mit Futter auf den Staubbadematten in den frühen Morgenstunden mehr Staubbaden, als in Anlagen, in denen das Futter erst nach einigen Stunden der Hellphase auf die Matten aufgebracht wurde.



### 3.7 IMPFUNGEN UND MEDIKAMENTÖSE BEHANDLUNGEN

---

#### IMPFUNGEN

Die für den Versuch eingestellten Hennen wurden vom Aufzüchter geimpft gegen: Marek (Schlupftag), Salmonellen (1. LT, 7. LW, 15. LW), Bronchitis (2., 6. 13. LW), Pest (3., 5., 10., 14. LW), Gumboro (4. LW), Infektiöse Laryngotracheitis (8. LW) und Aviäre Encephalomyelitis (11. LW).

#### TRÄNKWASSERBEHANDLUNGEN

Aufgrund eines Nachweises von nicht human-pathogenen *Salmonella montevideo* wurde im Zeitraum vom 21. - 25. Februar 2011 und 19. - 23. Juli 2011 eine Säurebehandlung (0,08 ml „Agrocid Super® Oligo“/Tier/Tag) über das Trinkwasser der Legehennen der Anlage München Salmes durchgeführt. Agrocid Super® Oligo wird von der Firma CID LINES N.V., Ieper, Belgien vertrieben.

#### MILBENBEHANDLUNGEN

Ein starker Befall mit der Roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) der Stallungen in München erforderte eine Oberflächenbehandlung mit Elector (Wirkstoff: Spinosad) der Firma Elanco, Bad Homburg, Deutschland. Elector ist im belegten Stall anwendbar, zeigt laut Hersteller eine lang anhaltende Wirkung ohne Kreuzresistenzen und es gibt keine Wartezeit auf die Verwendung der Eier. In der Anlage Salmes München und Voliere München reichte eine einmalige Behandlung mit einer 0,86 %igen Lösung in der 53. Lebenswoche aus, um die Milbenpopulation erfolgreich zu reduzieren. In der Anlage Specht München wurde zunächst in der 54. Lebenswoche mit einer 0,86 %igen Lösung behandelt. Die Milbenpopulation nahm jedoch derart stark zu, dass zwei weitere Behandlungen mit einer 1,71 %igen Lösung in der 56. und 58. Lebenswoche erforderlich wurden. Die Milben konnten jedoch, möglicherweise aufgrund von Wirkstoffresistenzen und Versteckmöglichkeiten innerhalb des Stalls, nicht vollständig entfernt werden.

In allen Stallungen wurden vor Einstellung der Hennen alle Oberflächen mit Fossil Shield® der Firma Bein GmbH, Eiterfeld behandelt. Fossil Shield® ist ein flüssiges Pulver das amorphes Silikat enthält und bei Kontakt mit der Roten Vogelmilbe zur Dehydration der Milben führt. Aufgrund des physikalischen Effektes ist eine Resistenzbildung gegen diesen Wirkstoff nicht möglich.

## VERLETZTE TIERE

Wenn bei den täglichen Stallkontrollen Tiere mit gestörtem Allgemeinbefinden oder Verletzungen gefunden wurden, erfolgte eine Separation, oder bei Bedarf, Euthanasie dieser Hennen. Die Hennen wurden aus Tierschutzgründen aus den Sektionen entfernt und dann maximal drei Tage in Einzelboxen untergebracht. War ein Zurücksetzen nach drei Tagen nicht möglich, schieden die Hennen aus der Studie aus und wurden an Privatpersonen vermittelt.

Die Einschränkung der Frist auf drei Tage war vor allem aus technischen Gründen notwendig, da die Hennen in separaten Krankenabteilen untergebracht wurden. Die Rangordnung der Tiere ist nach Abwesenheit von über 14 Tagen nicht mehr stabil (WOOD-GUSH, 1971) und bereits verletzte Tiere könnten möglicherweise angegriffen werden. Zudem sind vielerorts Krankenabteile in der Legehennenhaltung nicht üblich. Vermittelte Hennen wurden als solche in den Mortalitätslisten dokumentiert, aber in der Auswertung als Abgang gewertet.

### 3.8 DOKUMENTATION DER LEGELEISTUNG UND MORTALITÄT

---

Täglich wurde die Legeleistung der einzelnen Sektionen dokumentiert. Es erfolgte eine genaue Aufzeichnung der Anzahl der Eier im Nest sowie der verlegten Eier, mit einer Einteilung in Schmutz- (z.B. mit Kot verschmutzte Eier), Knick- (Eier, deren Schale gebrochen aber Eimembran intakt ist), Bruch- (Eier, deren Schale und Eimembran gebrochen ist) und Windeier (Eier ohne feste Schale, nur Eimembran vorhanden). Jeweils am 1. und 15. jeden Monats wurden alle Eier, sortiert nach Sektionen, gewogen und in Gewichtsklassen eingeteilt.

Von Frau Sandra Mayr wird eine Dissertation mit dem Schwerpunkt Tiergesundheit (Legeleistung, Eiqualität und Entwicklung der Tiergesundheit) im Rahmen dieses Legedurchganges angefertigt und voraussichtlich im Jahr 2014 unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard veröffentlicht.

Bei der täglichen Stallkontrolle wurde eine Mortalitätsliste geführt. Auf dieser wurden die Abgänge mit den jeweiligen Todesursachen, differenziert nach Abteilen, dokumentiert. Bei unklarer Mortalität wurden die Tiere für weiterführende pathologische Untersuchungen zur Abklärung der Ätiologie dem Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. in Poing/Grub übergeben.

Wurde in einem beliebigen Abteil eine Mortalitätsrate von 30 % überschritten, so wurde der Versuch in dem entsprechenden Abteil abgebrochen und die Tiere dieses Abteils aus dem Versuch genommen und vermittelt.

### 3.9 GEFIEDERBONITUR

---

Der Gefieder- und Gesundheitszustand der Tiere wurde in der 29./30., 49./50., und 69./70. Lebenswoche in München und Kitzingen beurteilt. Dies erfolgte zeitnah im Anschluss an die Verhaltensbeobachtungen. Die Grundlage der Beurteilung ist ein modifiziertes Boniturschema (TAUSON et al., 2006).

Bei der Gefiederbonitur nach TAUSON et al. (2006) werden die Körperregionen Hals, Rücken, Brust, Bauch, Flügel und Schwanz getrennt bewertet. Für die Qualität des Befiederungszustandes wird eine Note von 1 bis 4 vergeben. Die Note 4 entspricht dem bestmöglichen Zustand mit nahezu vollständigem Gefieder. Tiere mit der Note 1 haben dagegen gravierende Gefiederschäden und mehr als 75 % Verlust der Befiederung. Eine Feder gilt als beschädigt, wenn sie abgebrochen ist oder eine beidseitige Kahlstelle von über 1 cm Länge am Federkiel aufweist. Zusätzlich wurde erhoben, ob die Tiere frische (Note 2) oder verkrustete (Note 1) Verletzungen, differenziert nach Körperregionen (insgesamt 9), aufweisen.

Für die Bewertung des Brustbeins wird zwischen den Noten 4, 3 und 2 unterschieden. Note 4 entspricht einem geraden, physiologisch geformten Brustbein ohne besonderen Befund, Note 3 einem Brustbein mit einer geringgradigen Abweichung und Note 2 einem Brustbein mit starker Abweichung in Form und/oder Struktur.

### 3.10 STATISTISCHE AUSWERTUNG

---

Zunächst wurden alle Rohdaten in Microsoft Excel 2010 der Microsoft Corporation, Redmond, USA eingetragen. Die grafische Darstellung aller in dieser Dissertation gezeigten Auswertungen erfolgte mit IBM SPSS Statistics 20.0 der IBM Deutschland GmbH, Ehningen. Für die Ermittlung der Verteilung der Hennen in den jeweiligen Funktionsbereichen wurde zunächst für jeden Zeitpunkt die Anzahl der im entsprechenden Funktionsbereich beobachteten Hennen durch die Anzahl der im jeweiligen Abteil vorhandenen Hennen dividiert um den relativen Anteil der Tiere zu berechnen. Aus den jeweils an zwei Tagen zu einem entsprechenden Beobachtungszeitpunkt (1-16) erhobenen Daten wurde ein Mittelwert für jeden Beobachtungszeitpunkt gebildet. Aus den Werten der einzelnen Beobachtungszeitpunkte im Tagesverlauf eines Abteils wurde dann eine Summe, die „Area under the Curve“ (AUC), gebildet. Für die Nachtbeobachtung wurde ein Mittelwert der vier Beobachtungszeitpunkte (über 48 Stunden, zwei pro Nacht) berechnet. Für die statistische Auswertung wurde ein Fisher-Pitman-Test (exakter Test für zwei unabhängige Stichproben,

als Download Datei auf <http://www.reiter1.com/Glossar/Glossar.htm>) gewählt und anhand der AUC (Tagesverlauf)/Mittelwerte (Dunkelphase) berechnet ob sich die Präferenz der Hennen für einen entsprechenden Funktionsbereich signifikant unterscheidet. Im Anhang sind die Tabellen der Mittelwerte, Standardabweichungen (SD) und Standardfehler der Mittelwerte (SEM) eines durchschnittlichen Beobachtungszeitpunktes im Tagesverlauf/Nachtphase jedes Abteils für die jeweiligen Anlagen dargestellt.

Die Berechnung der Sitzstangenpräferenz innerhalb einer Anlage wurde analog der Verteilung durchgeführt. Es wurden ebenfalls aus den Mittelwerten der Beobachtungszeitpunkte eine AUC bzw. ein Mittelwert für die Dunkelphase berechnet und diese Daten mit einem Fisher-Pitman-Test statistisch ausgewertet (REITER, 2013). Die Berechnung der Sitzstangenpräferenz erfolgt auf Basis der Gesamtanzahl.

Für die Berechnung der Anzahl der beobachteten Staubbadesequenzen (SBS) in einem Untersuchungs- und Tageszeitraum wurden zunächst die Anzahl der SBS der zwei beobachteten Tage in Relation zu den im Abteil vorhandenen Hennen gesetzt. Für den jeweiligen Untersuchungs- und Tageszeitraum wurden dann Mittelwerte für ein 24 h Intervall gebildet. Mit SPSS wurden Standardabweichungen (SD) und der einfache Standardfehler der Mittelwerte (SEM) berechnet, zusätzlich sind die absoluten Zahlen in den Tabellen dargestellt. Für die Berechnung statistisch signifikanter Unterschiede wurde ein Chi-Quadrat-Test (Vierfelder-Tafel, Excel Tool als Download Datei von ACOMED Statistik, Leipzig) mit den absoluten Zahlen durchgeführt.

Für die Ermittlung der Dauer der SBS wurden die individuell beobachteten Staubbäder für die entsprechenden Untersuchungs- und Tageszeiträume berücksichtigt und anschließend Mittelwerte, die kürzesten und die längsten Staubbäder, sowie die SD und der SEM dargestellt. Die Berechnung der statistischen Signifikanz, der Unterschiede der Dauer der SBS, wurde mit einem Mann-Whitney-Test durchgeführt. Für die Berechnung der Ursachen des Endes bzw. Unterbrechung einer Staubbadesequenz wurde für eine optimale Darstellung mit SPSS eine Häufigkeitsverteilung berechnet. Die statistische Signifikanz wurde anhand eines Chi-Quadrat-Test mit den absoluten Zahlen ermittelt (ACOMED, 2013).

Für die Darstellung der unterbrochenen Staubbadesequenzen im Verhältnis zur Anzahl der ungestörten Staubbadesequenzen wurden die Zahlen unterbrochener Staubbadesequenzen und ungestörter Sequenzen jedes Untersuchungszeitraumes der Anlagen summiert und tabellarisch dargestellt. Auch für die Berechnung dieser statistisch signifikanten Unterschiede wurde ein Chi-Quadrat-Test verwendet. Für die Berechnung der durchschnittlichen Anzahl der Unterbrechungen pro Staubbadesequenz zum jeweiligen Untersuchungs- und Tageszeitraum

wurde die Anzahl aller Unterbrechungen in diesen Zeiträumen durch die Anzahl der gezeigten Staubbäder dividiert und mit SPSS die SD und der SEM berechnet, diese Berechnung berücksichtigt demnach auch mehrfach unterbrochene Staubbadesequenzen. Für die Dauer der Unterbrechungen wurden ebenfalls mit SPSS Mittelwerte, SD und SEM berechnet und tabellarisch dargestellt.

Für die vergleichende Untersuchung des Staubbadeverhaltens der Legehennen der Anlagen in Bezug auf den Bereich des gezeigten Verhaltens über den gesamten Tagesverlauf wurde für jede Anlage mit den absoluten Zahlen der staubbadenden Hennen zu einem Beobachtungszeitpunkt (1-24) in den entsprechenden Bereichen (Gitter/SB-Matte) anhand eines Chi-Quadrat-Tests die statistische Signifikanz ermittelt (ACOMED, 2013).

Für die Untersuchung des Staubbadeverhaltens in den einzelnen Anlagen hinsichtlich der Lokalisation (Staubbadebereich, Gitter vor dem Trog, Gitter zwischen den Sitzstangen) wurden anhand der AUCs der einzelnen Abteile der Anlagen mit einem Fisher-Pitman-Test die Signifikanzwerte berechnet (REITER, 2013).

Für die Darstellung der Lichtverhältnisse in den Anlagen A bis E wurden die ermittelten Lux-Werte für die jeweilige Anlage deskriptiv dargestellt. Für alle Anlagen wurden erst die Lux-Werte der Lichtintensitäten zu den jeweiligen UZR in den entsprechenden Funktionsbereichen dargestellt. In der anschließenden Darstellung sind die Lux-Werte gezeigt, die bei den verschiedenen möglichen prozentualen Einstellungen am SLS-1 gemessen wurden.

Im Laufe der Legeperiode wurden zu drei Zeitpunkten eine Untersuchung auf Verletzungen und eine Gefiederbonitur durchgeführt. Verletzungen wurden dabei in zwei Schweregrade (1 = krustige Verletzung; 2 = frische, blutige Verletzung) und Körperregionen (9 bonitierte Regionen) unterteilt. Der Verletzungsscore wurde aus dem Mittelwert der Anlagen, aus der Summe der Schweregrade der bonitierten Körperregionen gebildet (höchst möglicher Score = 18). Die Gefiederbonitur wird in der Dissertation von Sandra Mayr (voraussichtliche Promotion: 2014 unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard) dargestellt. Die Mortalität der Anlagen wurde deskriptiv als Gesamtmortalität der gesamten Legephase sowie für die einzelnen Legemonate als prozentualer Anteil und mit absoluten Zahlen dargestellt. Im Fall des Abbruchs eines Abteils und Ausscheidung auf dem Versuch (ab 30 % Mortalität) wurde ab dem Moment die Gesamtmortalität der entsprechenden Anlage nicht mehr mit der Zahl des Anfangsbestandes der gesamten Anlage, sondern mit der Zahl des Anfangsbestandes dann noch vorhandener Abteile berechnet.

Als signifikant wurden Unterschiede mit einem p-Wert kleiner oder gleich 0,05 gewertet.

## 4 ERGEBNISSE

---

### 4.1 NUTZUNG DER FUNKTIONSBEREICHE DES HALTUNGSSYSTEMS

---

Im folgenden Abschnitt wird die Verteilung der Tiere in den Funktionsbereichen des jeweiligen Haltungssystems als prozentualer Anteil der Tiere dargestellt. Es wurde aufgezeichnet wie viele Tiere sich auf den Sitzstangen, im Bereich des Staubbades oder auf dem Gitter befanden. Zusätzlich dargestellt ist der Anteil der Tiere, der nicht gesehen wurde (die Tiere befanden sich z.B. im Nest). Für die Signifikanzberechnungen der Unterschiede in der Nutzung der Funktionsbereiche wurde ein Fisher-Pitman-Test verwendet.

#### 4.1.1 ANLAGE A

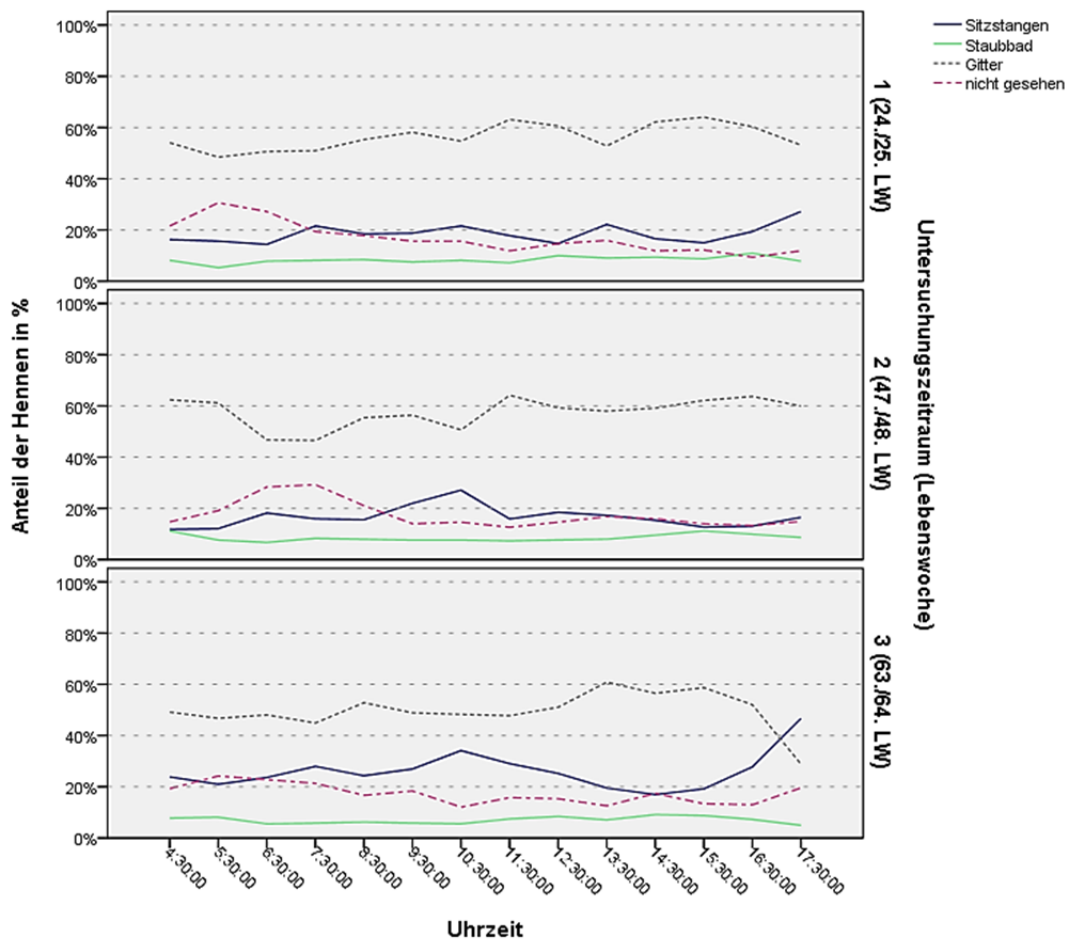
---

##### **HELLPHASE**

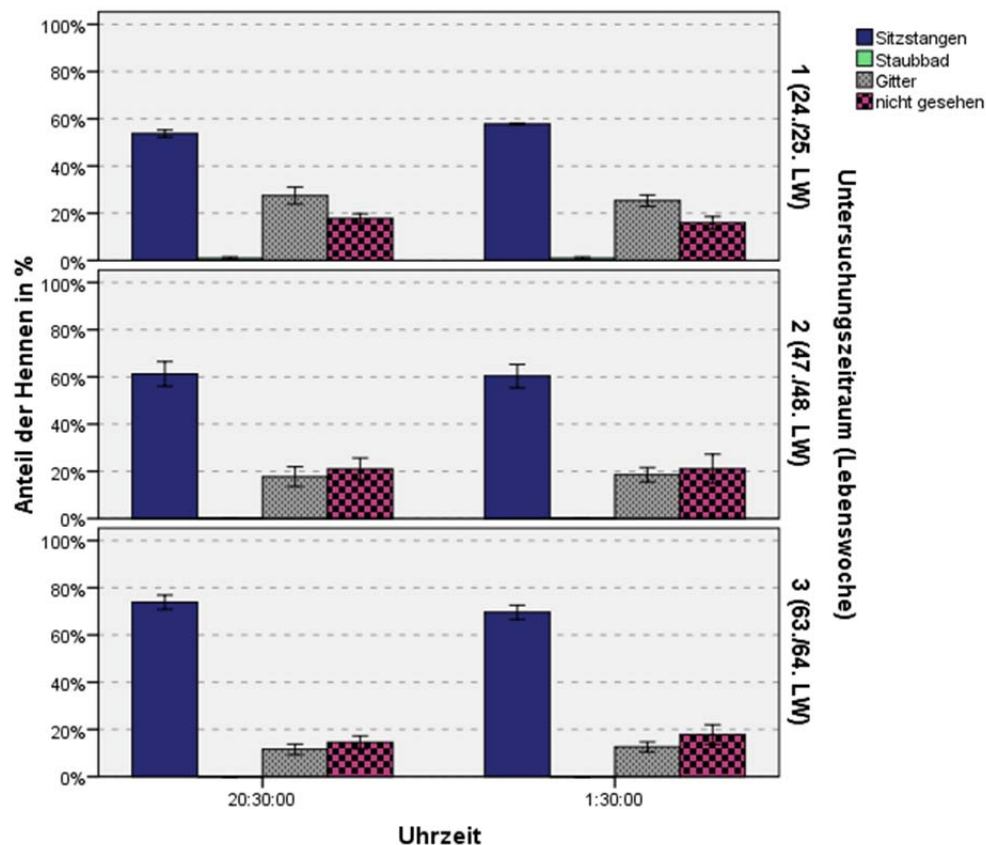
In der Anlage A wurden während der Hellphase aller Untersuchungszeiträume die meisten Tiere auf dem Gitter (1. UZR 56,3 %, 2. UZR 57,5 %, 3. UZR 49,6 %) im Verhältnis zu den anderen Funktionsbereichen gesehen ( $p = 0,0143$ ). Im Staubbad wurden während aller Untersuchungszeiträume die geringste Anzahl von Hennen beobachtet (1. UZR 8,3 %, 2. UZR 8,5 %, 3. UZR 7,0 %;  $p = 0,0143$ ). Auf den Sitzstangen (1. UZR 18,5 %, 2. UZR 16,6 %, 3. UZR 26,1 %) befanden sich in allen Zeiträumen signifikant mehr Tiere als im Staubbad, aber signifikant weniger als auf dem Gitter ( $p = 0,0143$ ; siehe Abbildung 19 sowie im Anhang Tabelle 27).

##### **DUNKELPHASE**

Während der Dunkelphase wurden in der Anlage A, in allen Untersuchungszeiträumen, mit 55,8 % bis 71,8 % der Tiere eines Abteils die signifikant meisten Tiere auf den Sitzstangen im Vergleich zu anderen Funktionsbereichen beobachtet (1. UZR  $p = 0,0143$ , 2. und 3. UZR  $p = 0,0145$ ; siehe Abbildung 20 sowie im Anhang Tabelle 28).



**Abbildung 19: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage A** ( $n = 4$ ) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).



**Abbildung 20: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage A** (n = 4) während der **Dunkelfase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.

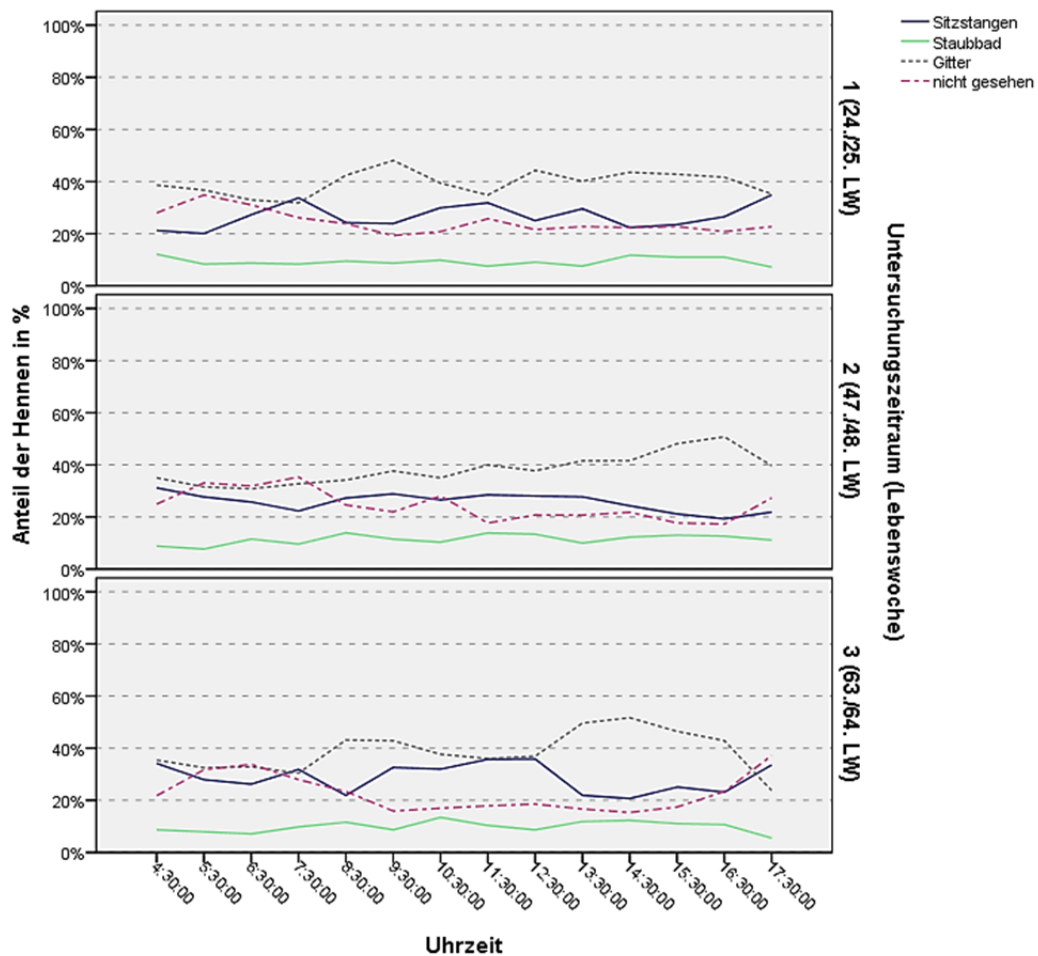
#### 4.1.2 ANLAGE B

##### HELLPHASE

Während der Hellphase der Anlage B wurden im ersten UZR die Sitzstangen (26,7 %) von signifikant mehr Tieren genutzt als das Staubbad (9,3 %;  $p = 0,0143$ ). Der signifikant höchste Anteil von Tieren befand sich auf dem Gitter (39,5 %;  $p = 0,0143$ ) und der geringste Anteil im Staubbad. Der Staubbadebereich wurde vor allem bei der Wasseraufnahme genutzt (siehe Abbildung 22).

Im zweiten und dritten UZR wurden die gleichen signifikanten Unterschiede beobachtet wie im ersten (siehe Abbildung 21 und im Anhang Tabelle 29).





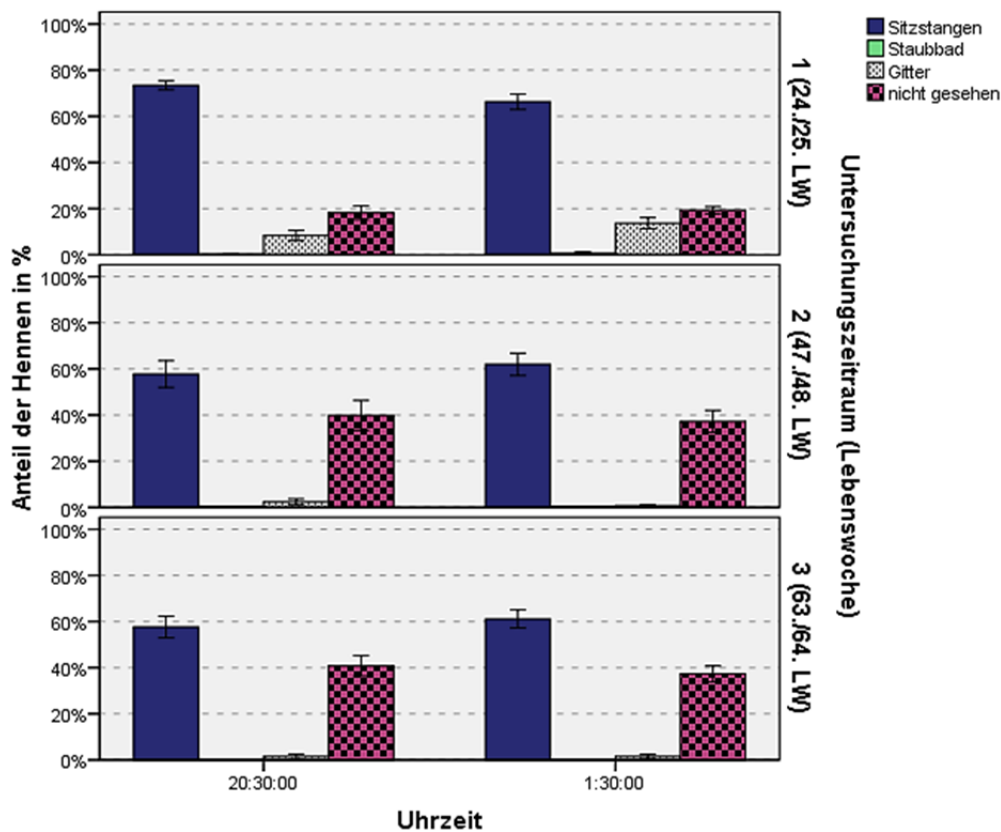
**Abbildung 21: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage B** ( $n = 4$ ) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).



**Abbildung 22:** Darstellung eines Bildausschnittes einer Videosequenz der **Anlage B** mit der **Verteilung** der Tiere im Haltungssystem während der **Hellphase** des ersten UZR. Deutlich erkennbar ist, dass die Tiere, die sich in den Einstreubereichen/Staubbadematten aufhalten, kein Staubbadeverhalten sondern Wasseraufnahmeverhalten an der Tränke zeigen.

#### **DUNKELPHASE**

Während der Dunkelphase wurden in der Anlage B in allen Untersuchungszeiträumen mit durchschnittlich 59,4 % ( $p = 0,0143$ ) bis 69,9 % ( $p = 0,0286$ ) der Tiere eines Abteils, die signifikant meisten Tiere auf den Sitzstangen beobachtet (siehe Abbildung 23 und im Anhang Tabelle 30).

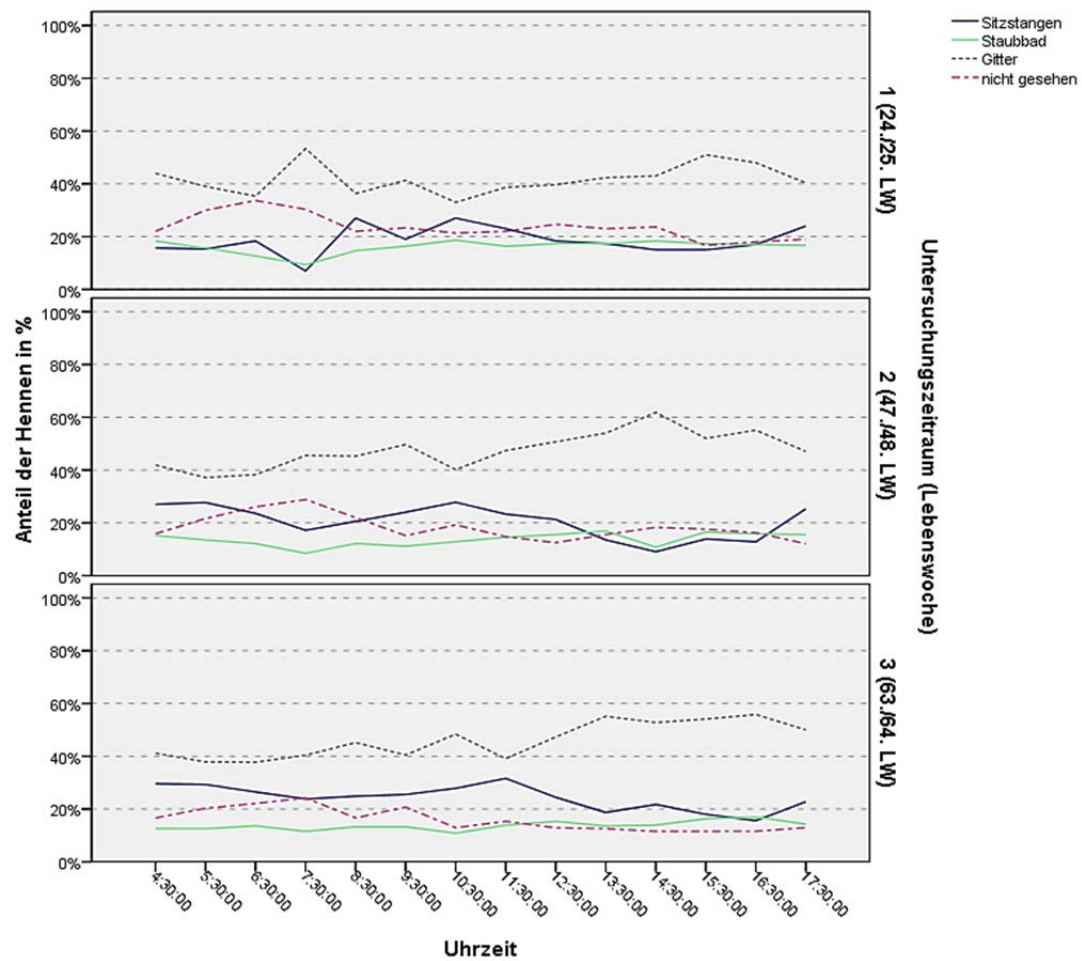


**Abbildung 23: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage B** (n = 4) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.

#### 4.1.3 ANLAGE C

##### HELLPHASE

In der Anlage C wurde während der Hellphase aller Untersuchungszeiträume der signifikant größte Anteil von Tieren auf dem Gitter beobachtet (1. UZR 41,8 %, 2. UZR 47,6 %, 3. UZR 46,1 %;  $p \leq 0,05$ ). Im ersten UZR gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Anteil der Tiere auf den Sitzstangen (18,5 %) und denen im Staubbad (16,1 %). Im zweiten und dritten UZR wurden dagegen signifikant mehr Tiere auf den Sitzstangen beobachtet als im Staubbad ( $p \leq 0,05$ ; siehe Abbildung 24 und im Anhang Tabelle 31). Die Abbildung 25 gibt einen Einblick in die Verteilung der Tiere im Haltungssystem der Anlage C.



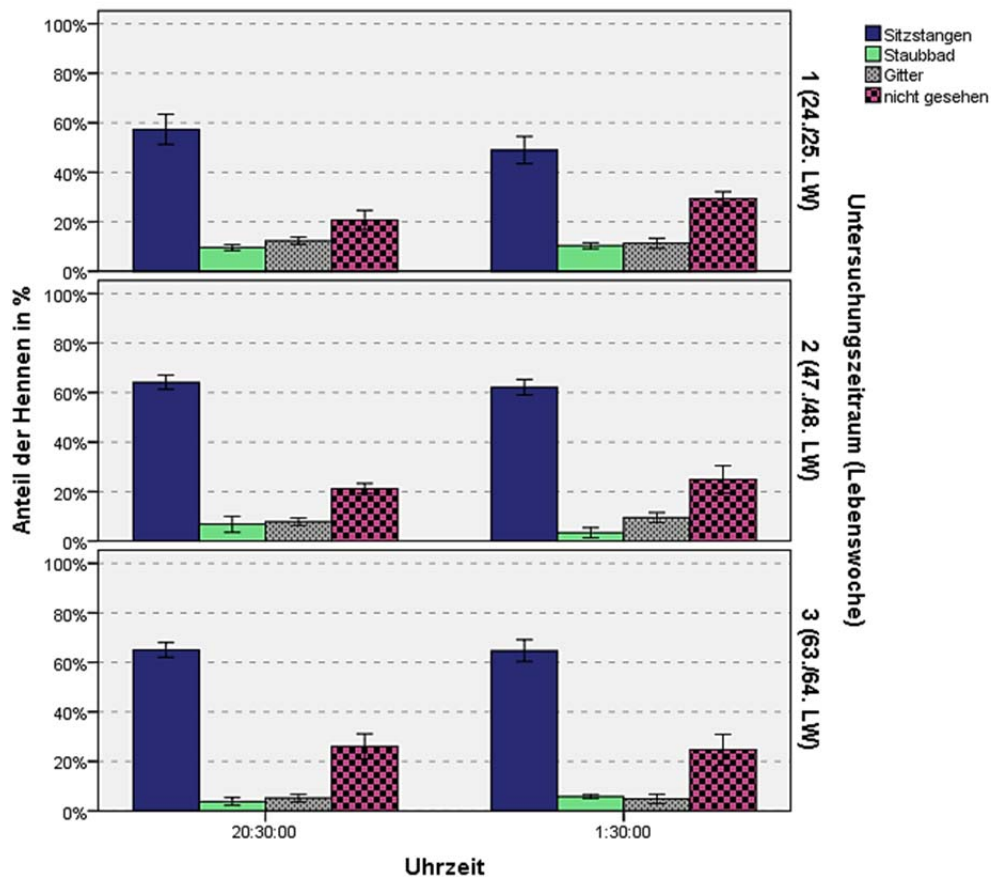
**Abbildung 24: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage C** ( $n = 3$ ) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).



**Abbildung 25:** Innenansicht in die **Anlage C** während der **Hellphase**. Zu beachten ist, dass die Hennen auf den Längs- und Quersitzstangen von unten stehenden Tieren gestört und bepickt werden können. Auch erkennbar ist, dass sich die Hennen ducken müssen, um sich unter den Längssitzstangen bewegen zu können.

#### **DUNKELPHASE**

Während aller Untersuchungszeiträume wurden in der Dunkelphase der Anlage C die signifikant meisten Tiere auf den Sitzstangen beobachtet (1. UZR 53,1 %, 2. UZR 63,2 %, 3. UZR 64,9 %;  $p \leq 0,05$ ; siehe Abbildung 26 sowie im Anhang Tabelle 32).

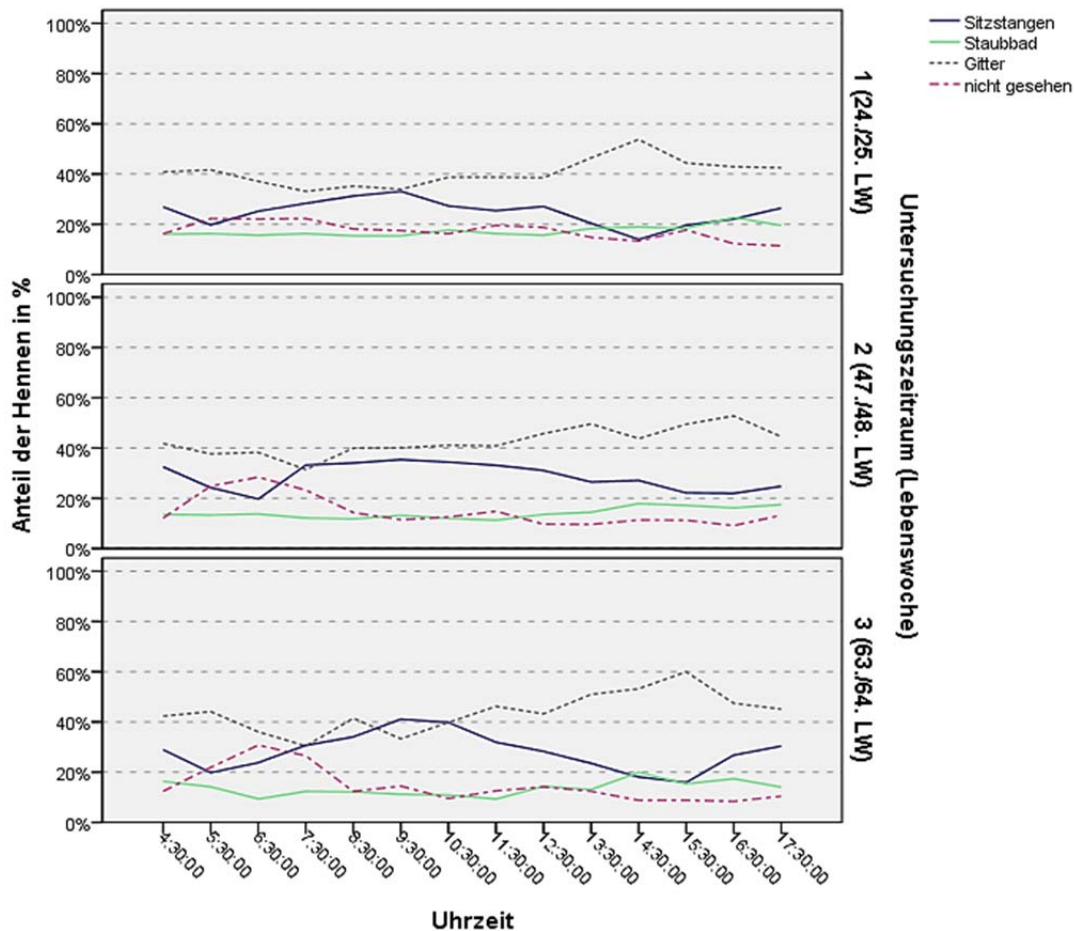


**Abbildung 26: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage C** ( $n = 3$ ) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.

#### 4.1.4 ANLAGE D

##### HELLPHASE

Während der Hellphase aller Untersuchungszeiträume wurden in der Anlage D signifikant mehr Tiere auf dem Gitter beobachtet als in allen anderen Funktionsbereichen (1. UZR 40,6 % und 2. UZR 42,6 %,  $p = 0,0011$ ; 3. UZR 43,8 %,  $p \leq 0,05$ ). Auf den Sitzstangen wurden signifikant mehr Tiere beobachtet als im Staubbad (1. und 2. UZR  $p = 0,0011$ , 3. UZR  $p \leq 0,05$ ). Diese Beobachtungen wurden in allen drei Untersuchungszeiträumen gleichermaßen gemacht (siehe Abbildung 27 sowie im Anhang Tabelle 33).



**Abbildung 27: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage D** (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

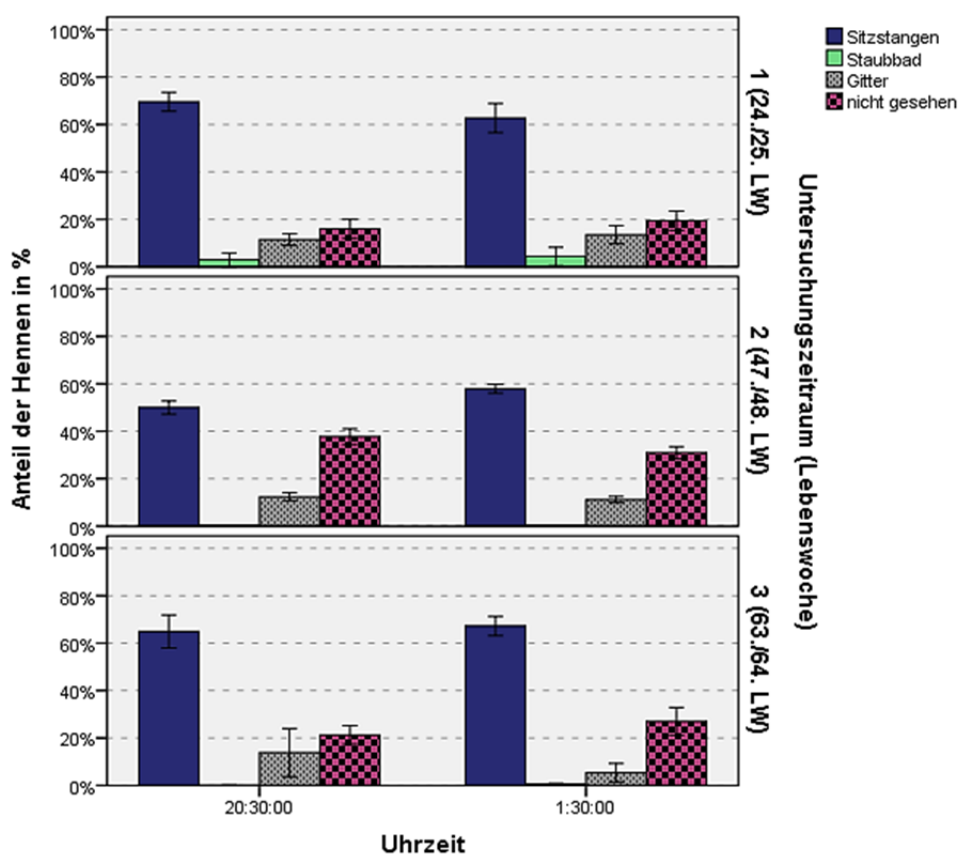
### DUNKELPHASE

In der Anlage D wurde während der Dunkelphase aller Untersuchungszeiträume der signifikant größte Anteil von Tieren auf den Sitzstangen (1. UZR 66,2 %, 2. UZR 54,0 %, 3. UZR 66,1 %) und der geringste Anteil im Staubbad beobachtet (1. UZR 3,7 %, 2. UZR 0,0 %,  $p = 0,0011$ ; 3. UZR 0,2 %,  $p \leq 0,05$ ; siehe Abbildung 29 sowie im Anhang Tabelle 34). In der Abbildung 28 sind Hennen der Anlage D im zwölften Legemonat zu sehen, die während der Dunkelphase die Sitzstange L1 nutzen.





**Abbildung 28:** Außenansicht eines Abteils der **Anlage D** während der **Dunkelphase** am Ende der Legeperiode (12. Legemonat). Ca. 18 Hennen sind auf der Sitzstange L1 zu beobachten.



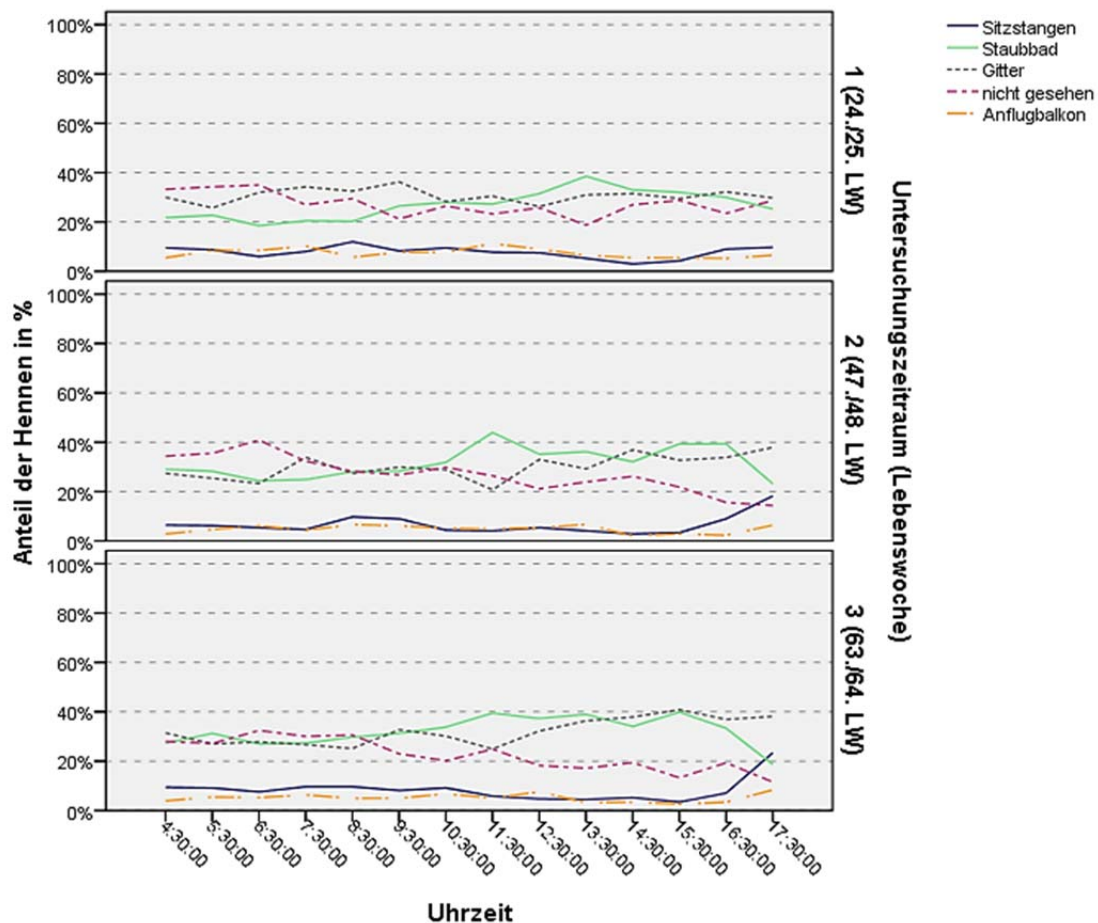
**Abbildung 29: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage D** (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.



## 4.1.5 ANLAGE E

**HELLPHASE**

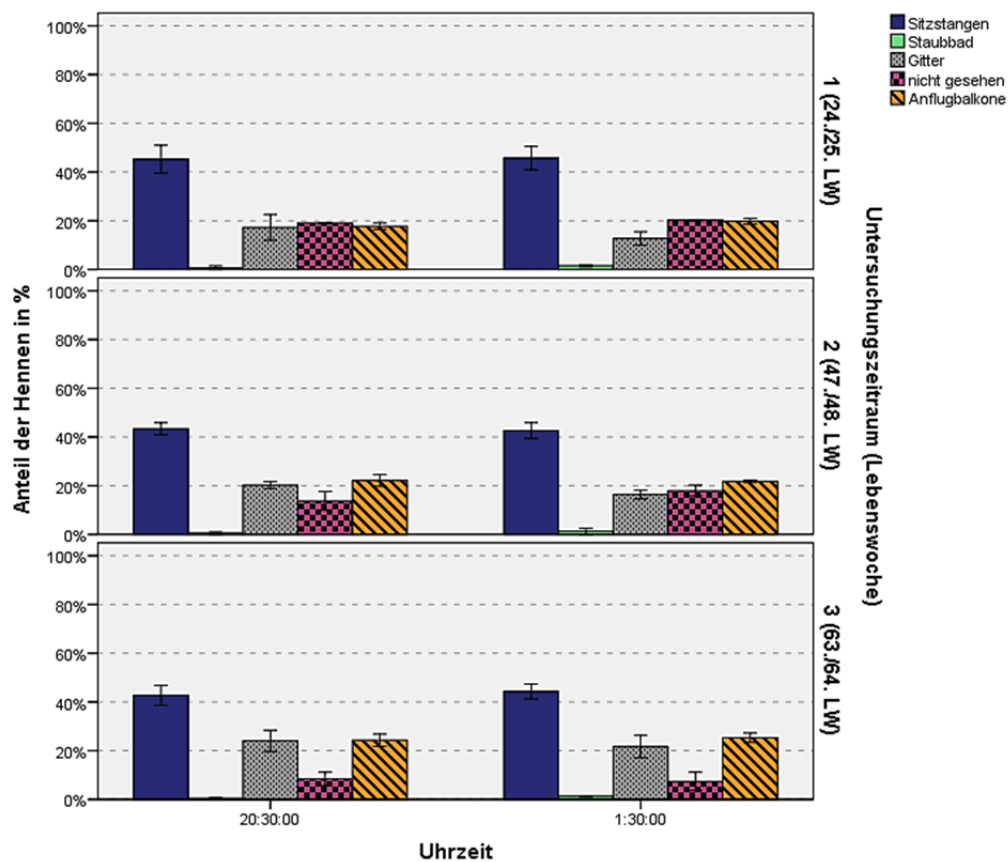
Während der Hellphase aller Untersuchungszeiträume wurde in der Anlage E der geringste Anteil von Tieren auf den Sitzstangen und Anflugbalkonen (1. UZR 15,2 %, 2. UZR 11,3 %, 3. UZR 13,4 %) beobachtet. Im ersten UZR wurden die meisten Tiere während der Hellphase auf dem Gitter beobachtet (30,7 %). Im zweiten und dritten UZR wurden während der Hellphase die meisten Tiere im Staubbadbereich (2. UZR 31,7 %, 3. UZR 32,1 %) und fast genauso viele auf dem Gitter beobachtet (2. UZR 30,0 %, 3. UZR 32,0 %; siehe Abbildung 30 sowie im Anhang Tabelle 35).



**Abbildung 30: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der **Anlage E** (n = 2) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

### DUNKELPHASE

Während der Dunkelphase aller Untersuchungszeiträume der Anlage E wurden die meisten Tiere auf den Sitzstangen beobachtet (1. UZR 45,5 %, 2. UZR 43,0 %, 3. UZR 43,5 %). Die Anflugbalkone wurden im zweiten (21,9 %) und dritten UZR (24,8 %) am zweit häufigsten genutzt, dicht gefolgt von den Tieren, die sich auf dem Gitter (2. UZR 18,3 %, 3. UZR 22,8 %) befanden. Der geringste Anteil von Tieren befand sich in allen Untersuchungszeiträumen im Staubbad (siehe Abbildung 31 sowie im Anhang Tabelle 36).

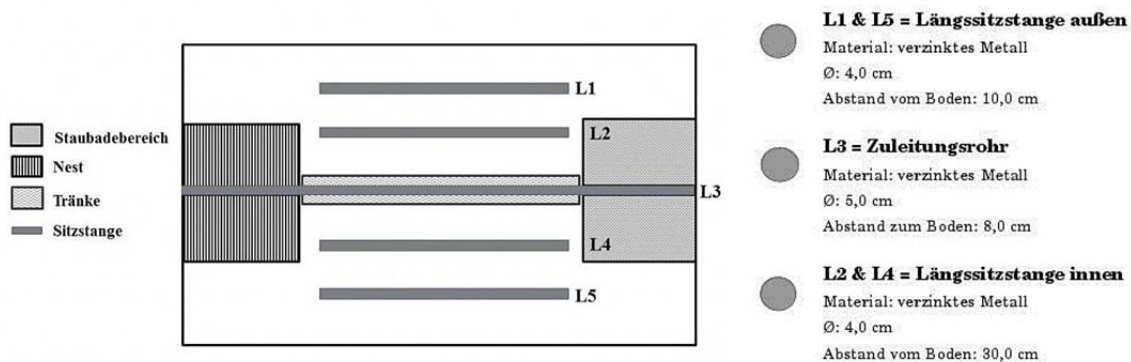


**Abbildung 31: Verteilung** der Legehennen im Haltungssystem der Anlage E (n = 2) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%) mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes.

## 4.2 SITZSTANGENPRÄFERENZEN

### 4.2.1 ANLAGE A

Zum besseren Verständnis der Sitzstangenpräferenzen ist in der Abbildung 32 die Anordnung der Funktionsbereiche und Sitzstangen der Anlage A als Übersicht dargestellt, sowie die Bezeichnung, das Material und der Abstand zum Boden der einzelnen Sitzstangen erläutert. Für die Signifikanzberechnungen der Unterschiede zwischen den Sitzstangenpräferenzen wurde ein Fisher-Pitman-Test verwendet.



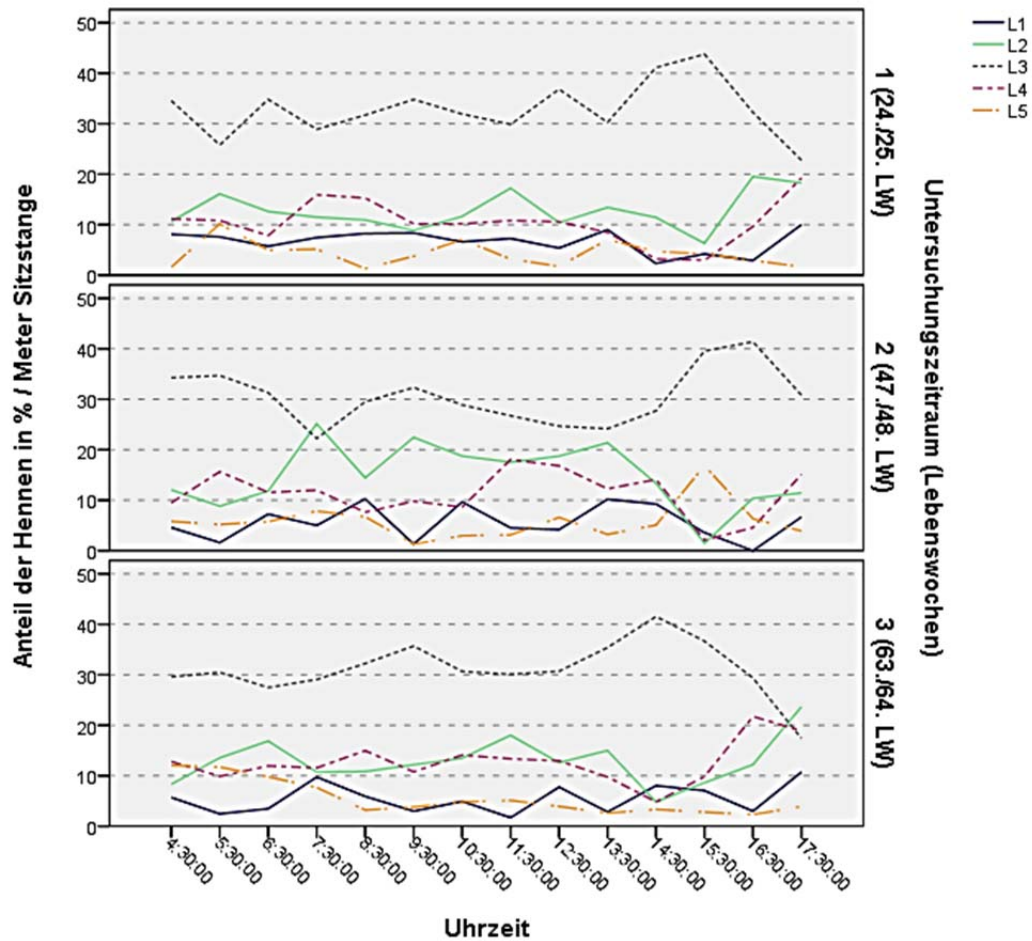
**Abbildung 32:** Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage A.

### HELLPHASE

Im ersten UZR wurde während der Hellphase die mittlere Sitzstange L3 signifikant mehr genutzt als alle anderen Sitzstangen in diesem Haltungssystem (siehe Abbildung 33 sowie Tabelle 7 und im Anhang Tabelle 37). Die Sitzstangen L1 und L5 wurden von signifikant weniger Tieren genutzt als die Sitzstangen L2 und L3 (Signifikanzwerte siehe Tabelle 7).

Im zweiten UZR wurden die Unterschiede hinsichtlich der Nutzungsdifferenzen zwischen den fünf Sitzstangen deutlicher, die signifikanten Unterschiede blieben erhalten. Außerdem wurde die Sitzstange L1 in diesem Zeitraum von signifikant weniger Tieren genutzt als die L2, L3 und L4 und die Sitzstange L4 signifikant mehr als die Sitzstangen L1 und L5 (Signifikanzwerte siehe Tabelle 7).

Im dritten UZR unterschieden sich die Ergebnisse nicht von denen des zweiten UZR.



**Abbildung 33: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage A** ( $n = 4$ ) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

**Tabelle 7:** Darstellung der **Signifikanzwerte** der **Sitzstangenpräferenzen** der Legehennen in der **Anlage A** ( $n = 4$ ) während der **Hellphase** für die Sitzstangen L1 bis L5.

Signifikanzberechnung anhand eines Fisher-Pitman-Test; n.S. =  $p > 0,05$ .

„>“ bzw. „<“ bezieht sich auf die Nutzungspräferenz der Sitzstangen, z.B. wird die Sitzstange L3 im ersten UZR mehr genutzt als die Sitzstange L4 oder L5.

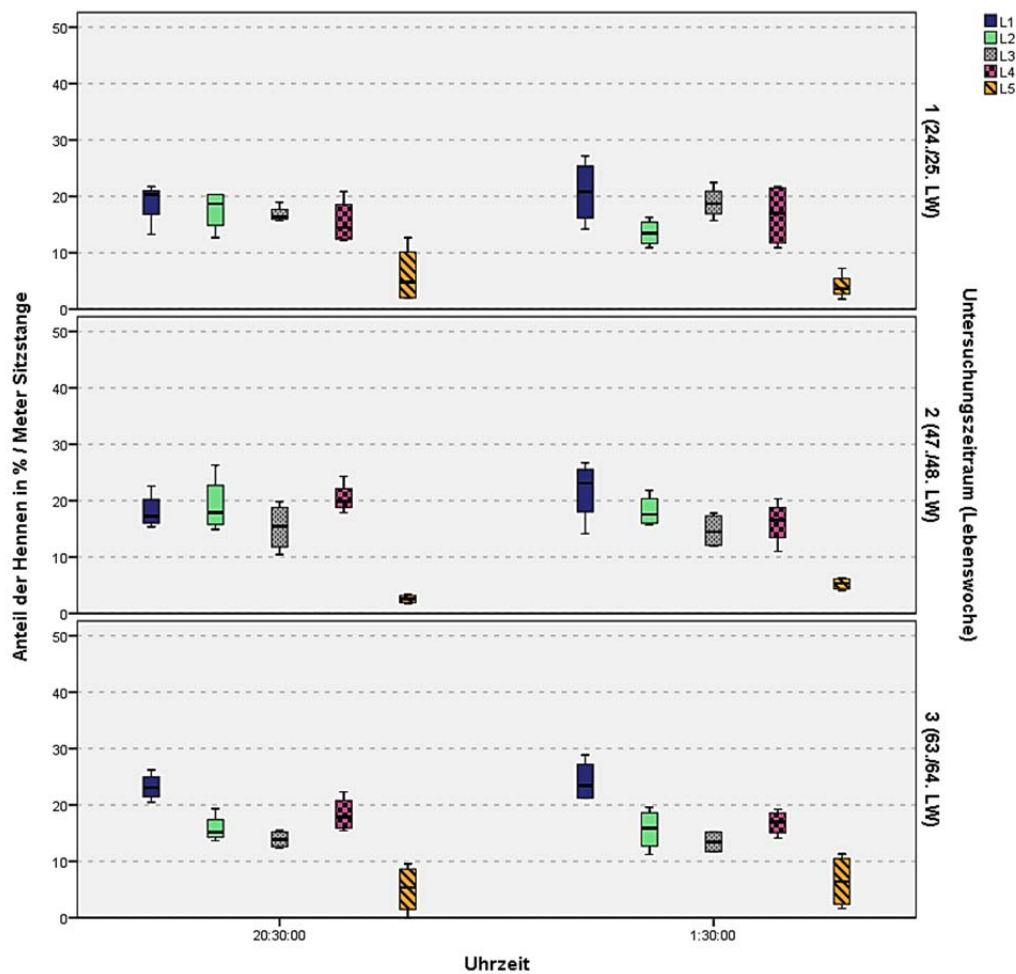
Alle Sitzstangen aus verzinktem Metall	Signifikanzen			
	L1	L2	L3	L4
L2				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p = 0,0429 L1 < L2			
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0143 L1 < L2			
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0143 L1 < L2			
L3				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p = 0,0143 L1 < L3	p = 0,0143 L2 < L3		
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0143 L1 < L3	p = 0,0143 L2 < L3		
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0143 L1 < L3	p = 0,0143 L2 < L3		
L4				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.	p = 0,0143 L3 > L4	
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0286 L1 < L4	n.S.	p = 0,0143 L3 > L4	
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0286 L1 < L4	n.S.	p = 0,0143 L3 > L4	
L5				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	p = 0,0143 L2 > L5	p = 0,0143 L3 > L5	p = 0,0143 L4 > L5
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.	p = 0,0143 L2 > L5	p = 0,0143 L3 > L5	p = 0,0286 L4 > L5
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	n.S.	p = 0,0143 L2 > L5	p = 0,0143 L3 > L5	p = 0,0286 L4 > L5

#### DUNKELPHASE

In der Dunkelphase des ersten UZR (24./25. LW) wurde die Sitzstange L5 (rechts außen, siehe Abbildung 32) von signifikant weniger Tieren genutzt als die Sitzstangen L1, L2, L3 und L4 (Signifikanzwerte siehe Tabelle 8). Zwischen den Sitzstangen L1, L2, L3 und L4 war kein signifikanter Unterschied in der Nutzung sichtbar ( $p > 0,05$ ).

Im zweiten UZR (47./48. LW) fanden sich die gleichen Sitzstangenpräferenzen wie im ersten UZR. Die Abbildung 35 stellt die Nutzung der verschiedenen Sitzstangen im Haltungssystem der Anlage A während der Dunkelphase im zweiten UZR dar.

Im dritten UZR (63./64. Lebenswoche) wurde die Sitzstange L5 signifikant weniger genutzt als die Sitzstangen L1, L2, L3 und L4. Zudem wurde die Sitzstange L1 von signifikant mehr Tieren genutzt als alle anderen Sitzstangen (L2, L3, L4 und L5; siehe Abbildung 34 sowie Tabelle 8 für die Signifikanzwerte und im Anhang Tabelle 38).



**Abbildung 34: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage A** (n = 4) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

**Tabelle 8:** Darstellung der **Signifikanzwerte** der **Sitzstangenpräferenzen** der Legehennen in der **Anlage A** (n = 4) während der **Dunkelphase** für die Sitzstangen L1 bis L5.

Signifikanzberechnung anhand eines Fisher-Pitman-Test; n.S. =  $p > 0,05$ .

„>“ bzw. „<“ bezieht sich auf die Nutzungspräferenz der Sitzstangen, z.B. wird die Sitzstange L3 im dritten UZR weniger genutzt als die Sitzstange L4.

Alle Sitzstangen aus verzinktem Metall	Signifikanzen			
	L1	L2	L3	L4
L2				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.			
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.			
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0143 L1 > L2			
L3				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.		
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.	n.S.		
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0143 L1 > L3	n.S.		
L4				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.	n.S.	
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.	n.S.	n.S.	
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0143 L1 > L4	n.S.	p = 0,0286 L3 < L4	
L5				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p = 0,0143 L1 > L5	p = 0,0143 L2 > L5	p = 0,0143 L3 > L5	p = 0,0143 L4 > L5
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0143 L1 > L5	p = 0,0143 L2 > L5	p = 0,0143 L3 > L5	p = 0,0143 L4 > L5
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0143 L1 > L5	p = 0,0143 L2 > L5	p = 0,0143 L3 > L5	p = 0,0143 L4 > L5

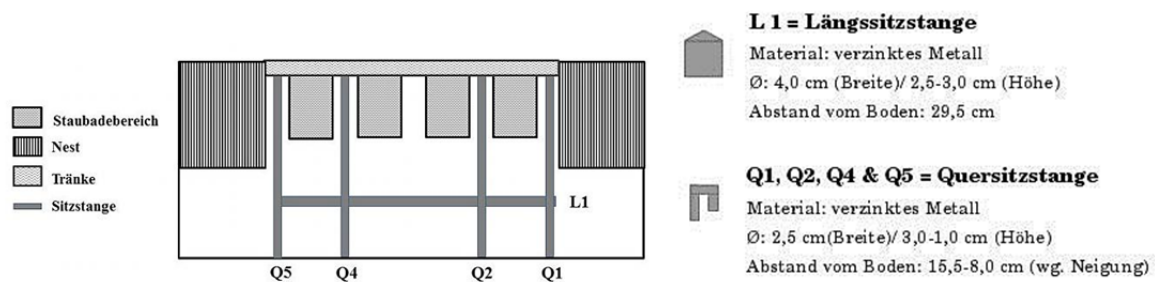


**Abbildung 35:** Darstellung der Sitzstangenpräferenzen der Legehennen in der **Anlage A**, Abteil ID 1.13 in der **Dunkelphase** des zweiten Untersuchungszeitraumes. Während die Sitzstange L5 gar nicht genutzt wird (Abbildung unten), drängt sich der Großteil der Tiere auf der anderen Seite des Abteils auf die Sitzstangen L1 und L2 sowie auf das Gitter (Abbildung oben).



#### 4.2.2 ANLAGE B

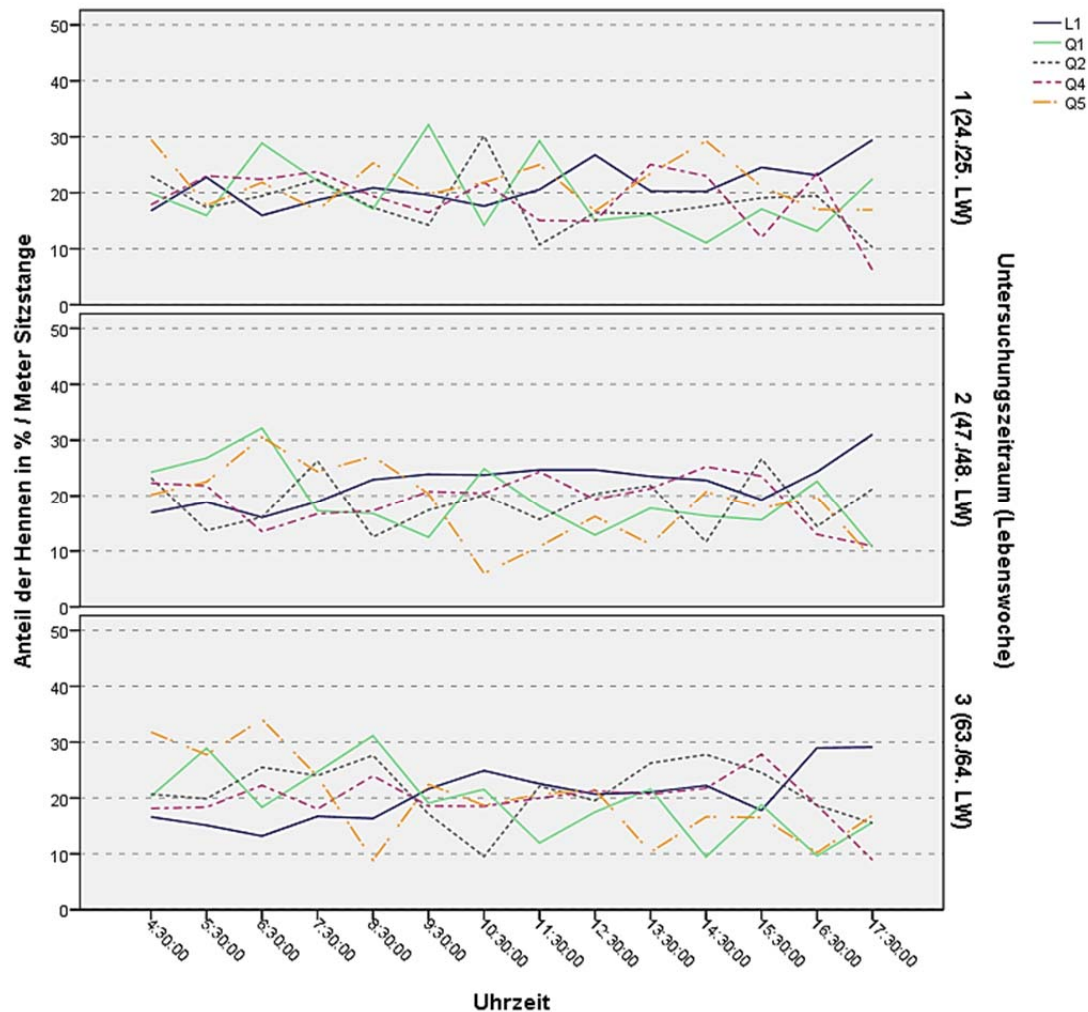
Zum besseren Verständnis der Sitzstangenpräferenzen ist in der Abbildung 36 die Anordnung der Funktionsbereiche und Sitzstangen der Anlage B als Übersicht dargestellt, sowie die Bezeichnung, das Material und der Abstand zum Boden der einzelnen Sitzstangen erläutert. Für die Signifikanzberechnungen der Unterschiede zwischen den Sitzstangenpräferenzen wurde ein Fisher-Pitman-Test verwendet.



**Abbildung 36:** Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage B.

#### HELLPHASE

Signifikante Unterschiede gab es in der Anlage B während der Hellphase nur im ersten Untersuchungszeitraum zwischen der Sitzstange L1 und Q2. Die Sitzstange L1 wurde von signifikant mehr Tieren genutzt als die Sitzstange Q2 ( $p = 0,0286$ ). Zwischen den restlichen Sitzstangen wurden zu keinem der Untersuchungszeiträume signifikante Unterschiede beobachtet ( $p > 0,05$ ), aus diesem Grund wurde auf eine zusätzliche Tabelle zur Signifikanzbeschreibung in dieser Anlage während der Hellphase verzichtet (siehe Abbildung 37 und im Anhang Tabelle 39).



**Abbildung 37: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage B** ( $n = 4$ ) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

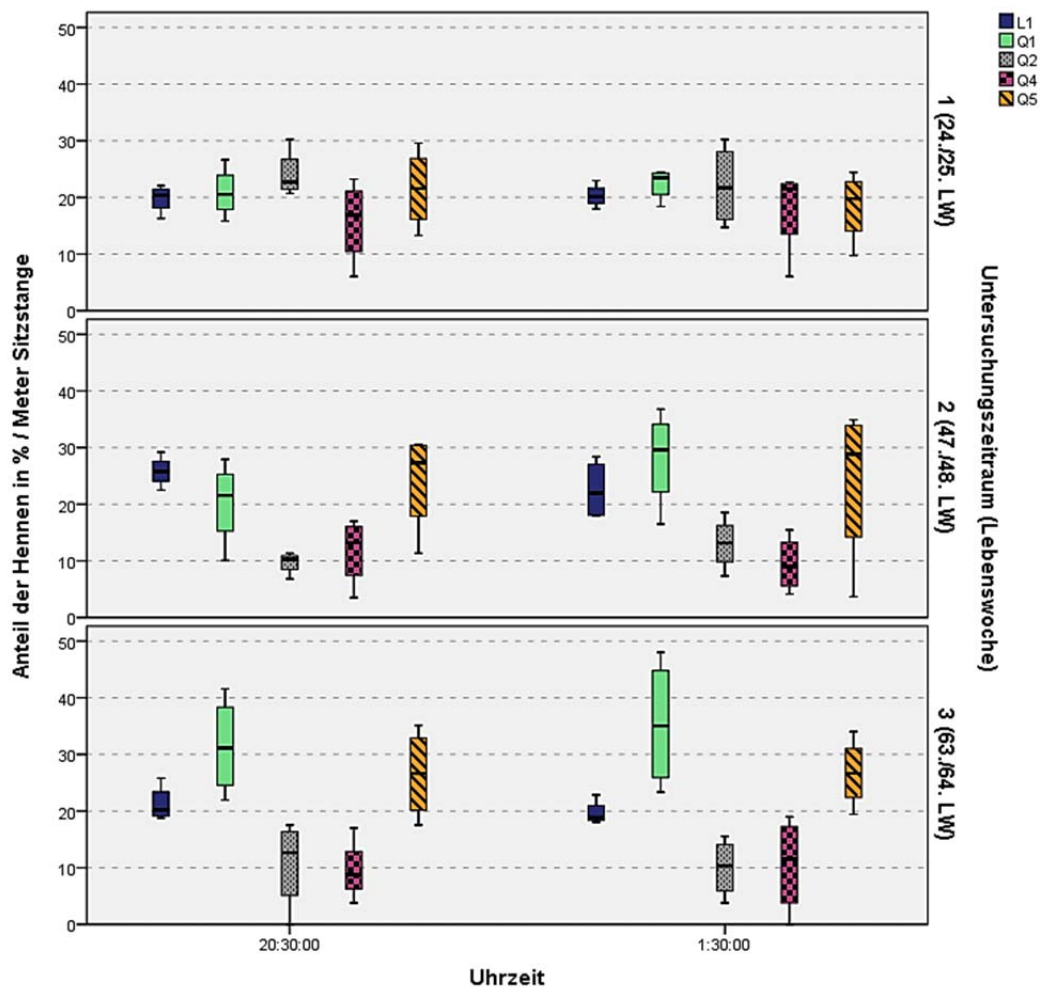
### DUNKELPHASE

Während der Dunkelphase wurden im ersten UZR (24./25. LW) in der Anlage B keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Präferenzen von Sitzstangen beobachtet ( $p > 0,05$ ).

Im zweiten UZR (47./48. LW) wurden während der Dunkelphase die Sitzstangen L1 und Q1 von signifikant mehr Tieren genutzt als die Sitzstangen Q2 und Q4. Zwischen den Sitzstangen Q2, Q4 und Q5 gab es keine signifikanten Unterschiede (Signifikanzwerte siehe Tabelle 9).

In der Dunkelphase des dritten UZR (63./64. LW) wurde die Sitzstange L1 von signifikant mehr Tieren genutzt als die Sitzstange Q2 und Q4 aber von signifikant weniger Tieren als die Sitzstange Q1. Die Sitzstange Q1 wurde von signifikant mehr Tieren genutzt als die

Sitzstangen L1, Q2 und Q4 (siehe Abbildung 38 sowie Tabelle 9 für die Signifikanzwerte und im Anhang Tabelle 40).



**Abbildung 38: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage B** (n = 4) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

**Tabelle 9:** Darstellung der **Signifikanzwerte** der **Sitzstangenpräferenzen** der Legehennen in der **Anlage B** ( $n = 4$ ) während der **Dunkelphase** für die Sitzstangen L1 bis Q5.

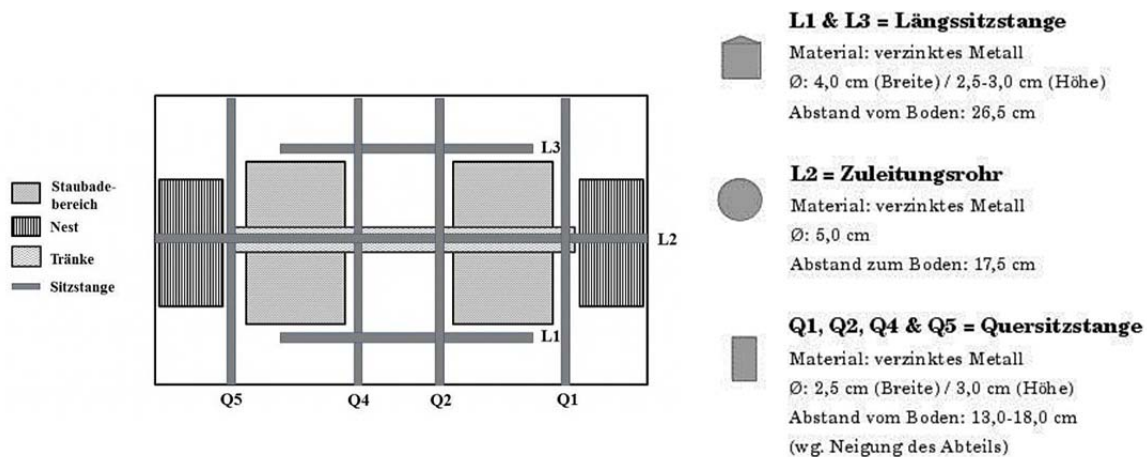
Signifikanzberechnung anhand eines Fisher-Pitman-Test; n.S. =  $p > 0,05$ .

„>“ bzw. „<“ bezieht sich auf die Nutzungspräferenz der Sitzstangen, z.B. wird die Sitzstange L1 im dritten UZR weniger genutzt als die Sitzstange Q1.

Alle Sitzstangen aus verzinktem Metall	Signifikanzen			
	L1	Q1	Q2	Q4
Q1				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.			
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.			
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0286 L1 < Q1			
Q2				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.		
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0143 L1 > Q2	p = 0,0143 Q1 > Q2		
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0143 L1 > Q2	p = 0,0143 Q1 > Q2		
Q4				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.	n.S.	
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0143 L1 > Q4	p = 0,0286 Q1 > Q4	n.S.	
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,0286 L1 > Q4	p = 0,0143 Q1 > Q4	n.S.	
Q5				
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.	n.S.	n.S.
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.	n.S.	n.S.	n.S.
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	n.S.	n.S.	p = 0,0143 Q2 < Q5	p = 0,0143 Q4 < Q5

### 4.2.3 ANLAGE C

Zum besseren Verständnis der Sitzstangenpräferenzen ist in der Abbildung 39 die Anordnung der Funktionsbereiche und Sitzstangen der Anlage C als Übersicht dargestellt, sowie die Bezeichnung, das Material und der Abstand zum Boden der einzelnen Sitzstangen erläutert. Für die Signifikanzberechnungen der Unterschiede zwischen den Sitzstangenpräferenzen wurde ein Fisher-Pitman-Test verwendet.



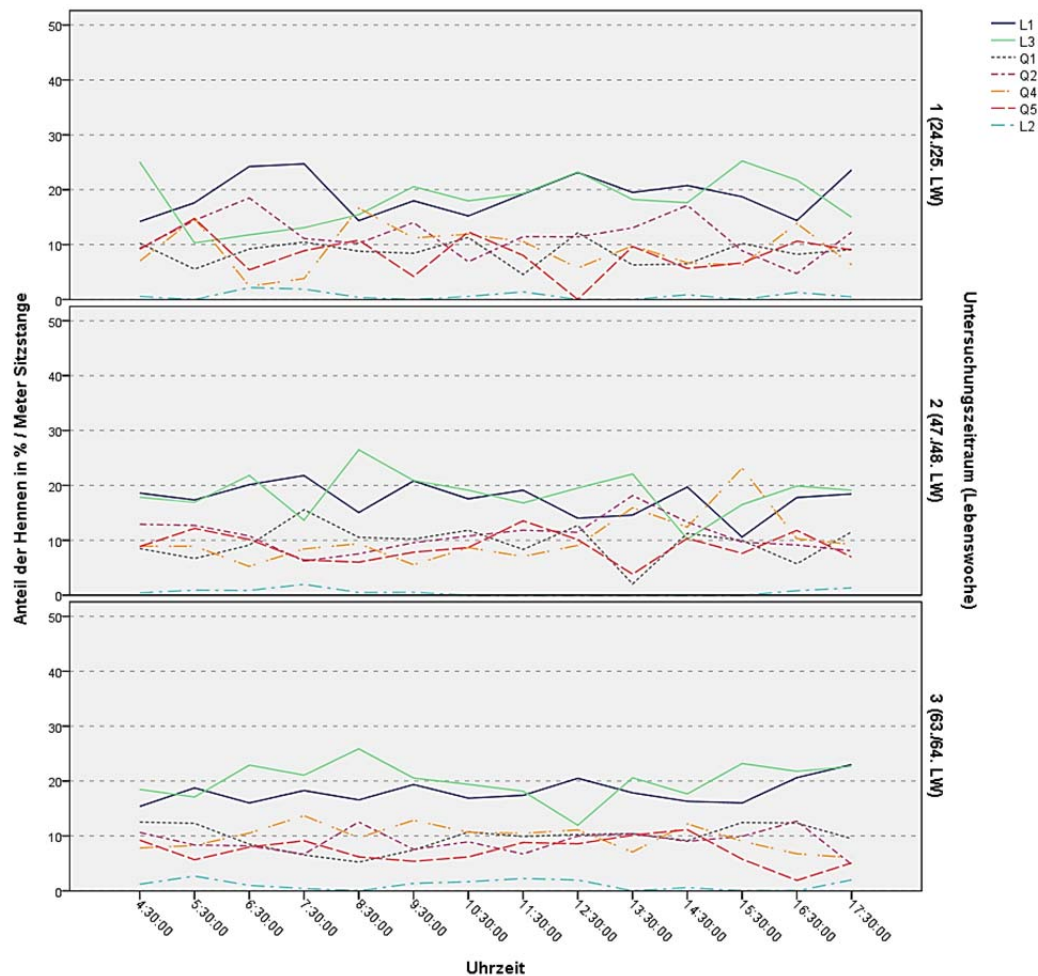
**Abbildung 39:** Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage C.

#### HELLPHASE

Im ersten UZR wurden die Sitzstangen Q1, Q2, Q4 und Q5 während der Hellphase von signifikant weniger Tieren aufgesucht als die Sitzstangen L1 und L3, aber von signifikant mehr Tieren als die Sitzstange L2 ( $p \leq 0,05$ ).

Im zweiten UZR wurde die Sitzstange L3 von mehr Tieren genutzt als die Sitzstangen Q1, Q4, Q5 und L2 ( $p \leq 0,05$ ).

Die Ergebnisse der Beobachtungen des dritten UZR der Anlage C während der Hellphase waren identisch mit denen des ersten UZR. Die Sitzstangen L1 und L3 wurden gegenüber den Sitzstangen Q1, Q2, Q4, Q5 und L2 von signifikant mehr Tieren genutzt ( $p \leq 0,05$ ). Das Befüllungsrohr, L2, wurde dagegen von signifikant weniger Tieren genutzt als alle anderen Sitzstangen ( $p \leq 0,05$ ; siehe Abbildung 39 sowie Tabelle 10 und im Anhang Tabelle 41).



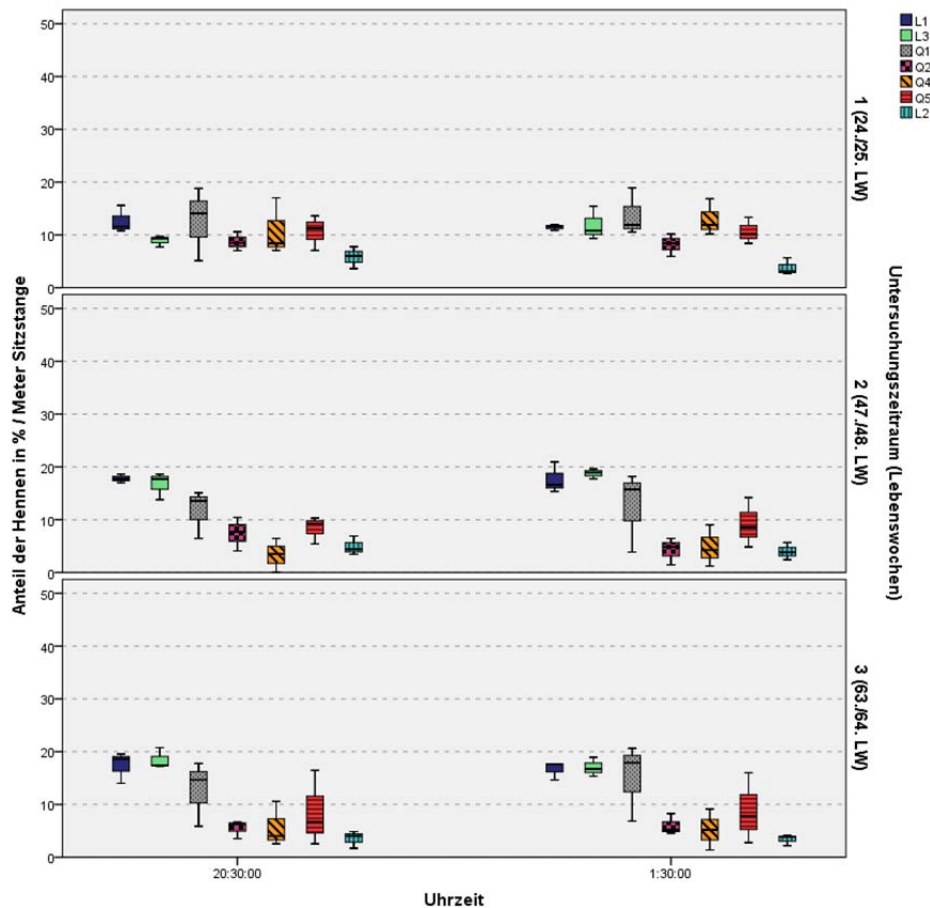
**Abbildung 40: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage C** ( $n = 3$ ) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

### DUNKELPHASE

Während der Dunkelfase des ersten Untersuchungszeitraumes wurde in der Anlage C das Befüllungsrohr (L2) von signifikant weniger Tieren genutzt als die restlichen Sitzstangen im Haltungssystem. Die Sitzstange L1 wurde von signifikant mehr Tieren genutzt als die Sitzstange Q2 ( $p \leq 0,05$ ), zu den anderen Sitzstangen (L3, Q1, Q4, Q5) gab es jedoch keinen signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ).

Im zweiten UZR konnte beobachtet werden, dass signifikant mehr Tiere die Sitzstangen L1 und L3 im Vergleich zur den Sitzstangen Q1, Q2, Q4, Q5 und L2 nutzten ( $p \leq 0,05$ ). Zwischen den Sitzstangen Q1, Q2, Q4, Q5 und L2 gab es in diesem Lebensabschnitt der Tiere keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ).

Im dritten UZR wurde die Sitzstangen L1 und L3 von signifikant mehr Tieren genutzt als die Sitzstangen Q2, Q4 und L2, die Sitzstange L3 auch signifikant mehr als die Sitzstange Q5 ( $p \leq 0,05$ ). Zwischen der Nutzung der Sitzstangen Q2, Q4, Q5 und L2 gab es keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ; Abbildung 41 sowie Tabelle 11 und im Anhang Tabelle 42).



**Abbildung 41: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der Anlage C ( $n = 3$ ) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

**Tabelle 10:** Darstellung der **Signifikanzwerte** der **Sitzstangenpräferenzen** der Legehennen in der **Anlage C** (n = 3) während der **Hellphase** für die Sitzstangen L1 bis Q5.

Signifikanzberechnung anhand eines Fisher-Pitman-Test; n.S. =  $p > 0,05$ .

„>“ bezieht sich auf die Nutzungspräferenz der Sitzstangen, z.B. wird die Sitzstange L1 in allen Untersuchungszeiträumen mehr genutzt als die Sitzstange Q1.

Alle Sitzstangen aus verzinktem Metall	Signifikanzen					
	L1	L3	Q1	Q2	Q4	Q5
L3						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.					
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.					
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	n.S.					
Q1						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q1	p ≤ 0,05 L3 > Q1				
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q1	p ≤ 0,05 L3 > Q1				
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q1	p ≤ 0,05 L3 > Q1				
Q2						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q2	p ≤ 0,05 L3 > Q2	n.S.			
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q2	n.S.	n.S.			
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q2	p ≤ 0,05 L3 > Q2	n.S.			
Q4						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q4	p ≤ 0,05 L3 > Q4	n.S.	n.S.		
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q4	p ≤ 0,05 L3 > Q4	n.S.	n.S.		
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q4	p ≤ 0,05 L3 > Q4	n.S.	n.S.		
Q5						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q5	p ≤ 0,05 L3 > Q5	n.S.	n.S.	n.S.	
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q5	p ≤ 0,05 L3 > Q5	n.S.	n.S.	n.S.	
3. Untersuchungszeitraum 63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q5	p ≤ 0,05 L3 > Q5	n.S.	n.S.	n.S.	
L2 (verzinktes Metall)						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p ≤ 0,05 L1 > L2	p ≤ 0,05 L3 > L2	p ≤ 0,05 Q1 > L2	p ≤ 0,05 Q2 > L2	p ≤ 0,05 Q4 > L2	p ≤ 0,05 Q5 > L2
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > L2	p ≤ 0,05 L3 > L2	p ≤ 0,05 Q1 > L2	p ≤ 0,05 Q2 > L2	p ≤ 0,05 Q4 > L2	p ≤ 0,05 Q5 > L2
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > L2	p ≤ 0,05 L3 > L2	p ≤ 0,05 Q1 > L2	p ≤ 0,05 Q2 > L2	p ≤ 0,05 Q4 > L2	p ≤ 0,05 Q5 > L2



**Tabelle 11:** Darstellung der **Signifikanzwerte** der **Sitzstangenpräferenzen** der Legehennen in der **Anlage C** (n = 3) während der **Dunkelphase** für die Sitzstangen L1 bis Q5.

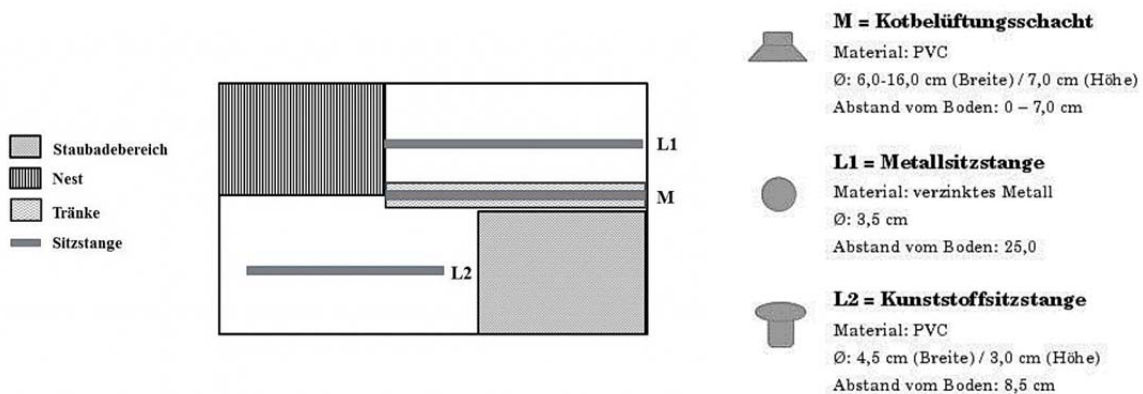
Signifikanzberechnung anhand eines Fisher-Pitman-Test; n.S. =  $p > 0,05$ .

„>“ bezieht sich auf die Nutzungspräferenz der Sitzstangen, z.B. wird die Sitzstange L1 in allen UZR mehr genutzt als die Sitzstange Q2.

Alle Sitzstangen aus verzinktem Metall	Signifikanzen					
	L1	L3	Q1	Q2	Q4	Q5
L3						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.					
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	n.S.					
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	n.S.					
Q1						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.				
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q1	p ≤ 0,05 L3 > Q1				
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	n.S.	n.S.				
Q2						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q2	n.S.	n.S.			
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q2	p ≤ 0,05 L3 > Q2	n.S.			
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q2	p ≤ 0,05 L3 > Q2	n.S.			
Q4						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.	n.S.	n.S.		
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q4	p ≤ 0,05 L3 > Q4	n.S.	n.S.		
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q4	p ≤ 0,05 L3 > Q4	n.S.	n.S.		
Q5						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	n.S.	n.S.	n.S.	n.S.	n.S.	
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > Q5	p ≤ 0,05 L3 > Q5	n.S.	n.S.	n.S.	
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	n.S.	p ≤ 0,05 L3 > Q5	n.S.	n.S.	n.S.	
L2						
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p ≤ 0,05 L1 > L2	p ≤ 0,05 L3 > L2	p ≤ 0,05 Q1 > L2	p ≤ 0,05 Q2 > L2	p ≤ 0,05 Q4 > L2	p ≤ 0,05 Q5 > L2
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p ≤ 0,05 L1 > L2	p ≤ 0,05 L3 > L2	n.S.	n.S.	n.S.	n.S.
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p ≤ 0,05 L1 > L2	p ≤ 0,05 L3 > L2	p ≤ 0,05 Q1 > L2	n.S.	n.S.	n.S.

#### 4.2.4 ANLAGE D

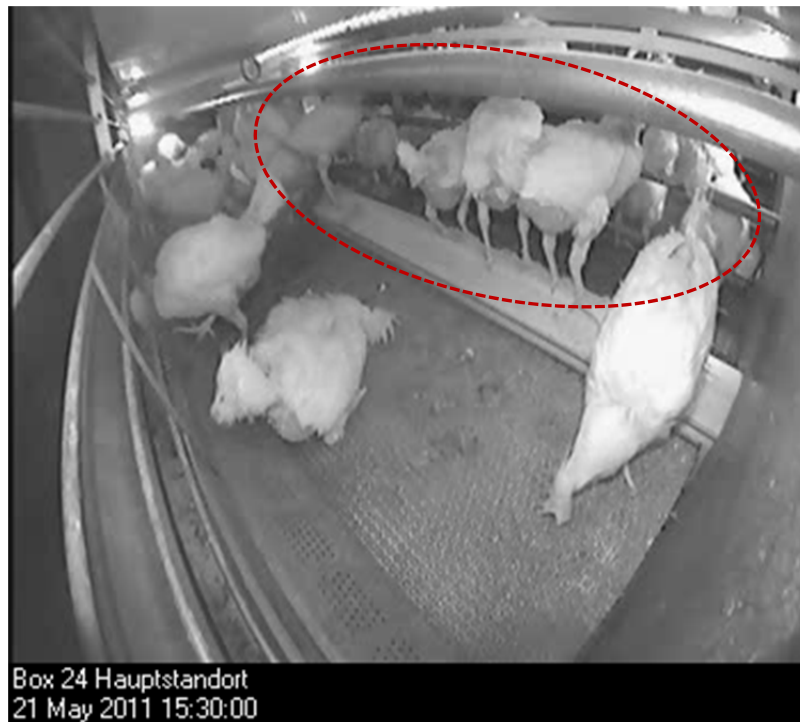
Zum besseren Verständnis der Sitzstangenpräferenzen ist in der Abbildung 42 die Anordnung der Funktionsbereiche und Sitzstangen der Anlage D als Übersicht dargestellt, sowie die Bezeichnung, das Material und der Abstand zum Boden der einzelnen Sitzstangen erläutert. Für die Signifikanzberechnungen der Unterschiede zwischen den Sitzstangenpräferenzen wurde ein Fisher-Pitman-Test verwendet.



**Abbildung 42:** Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage D.

#### HELLPHASE

Die Sitzstange M (der Kotbelüftungsschacht) wurde in allen Untersuchungszeiträumen während der Hellphase von signifikant mehr Hennen genutzt als die Sitzstangen L1 und L2 (Signifikanzwerte siehe Tabelle 12). Diese Nutzung wurde vor allem von auf dem Schacht stehenden Hennen beeinflusst, die Trinkverhalten zeigten (siehe Abbildung 43). Die Sitzstange L2 wurde im ersten und zweiten UZR signifikant weniger genutzt als die Sitzstange L1. Im dritten UZR ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Nutzung der Sitzstange L1 und L2 (siehe Abbildung 44 sowie Tabelle 12 für die Signifikanzwerte und im Anhang Tabelle 43).



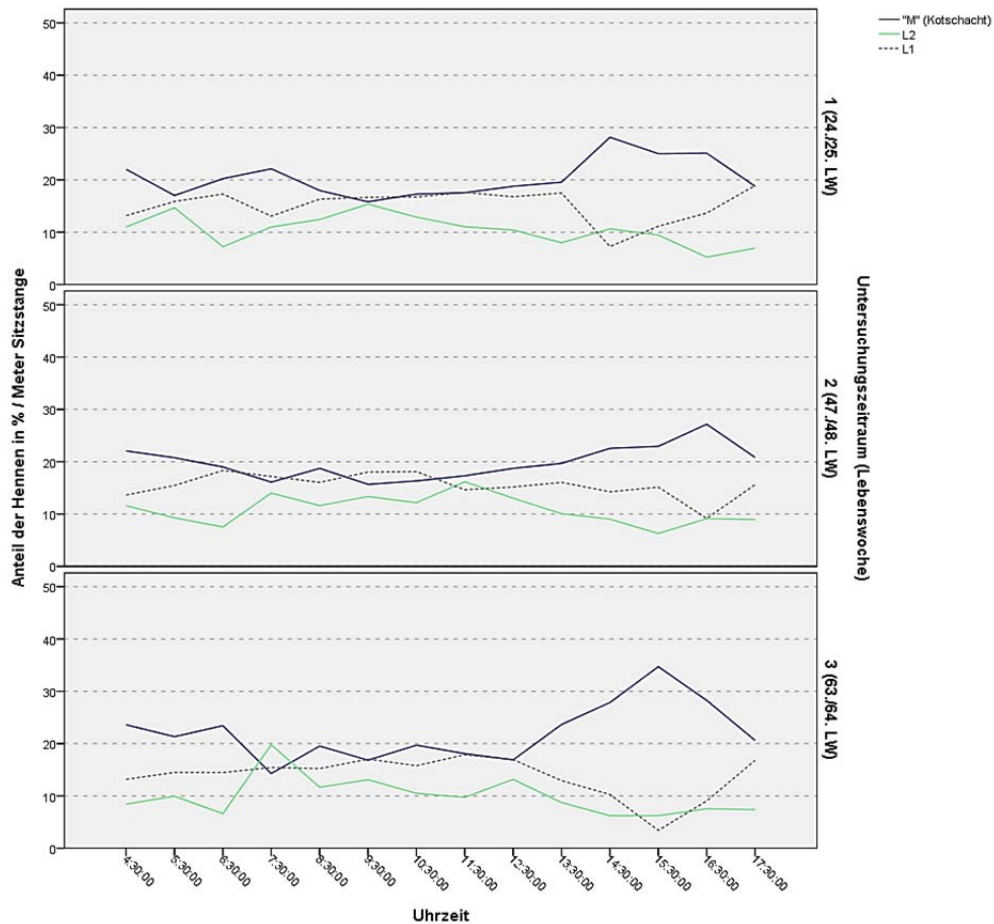
**Abbildung 43:** Bildausschnitt einer Videosequenz während der **Hellphase** im zweiten Untersuchungszeitraum aus der **Anlage D**. Zu beachten sind die Hennen, die in der Mitte des Abteils auf der Sitzstange M, dem Kotbelüftungsschacht, stehen, um zu trinken.

**Tabelle 12:** Darstellung der **Signifikanzwerte** der **Sitzstangenpräferenzen** der Legehennen in der **Anlage D** (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der **Hellphase** für die Sitzstangen M, L1 und L2.

Signifikanzberechnung anhand eines Fisher-Pitman-Test; n.S. =  $p > 0,05$ .

„>“ bezieht sich auf die Nutzungspräferenz der Sitzstangen, z.B. wird die Sitzstange M in allen Untersuchungszeiträumen mehr genutzt als die Sitzstange L1.

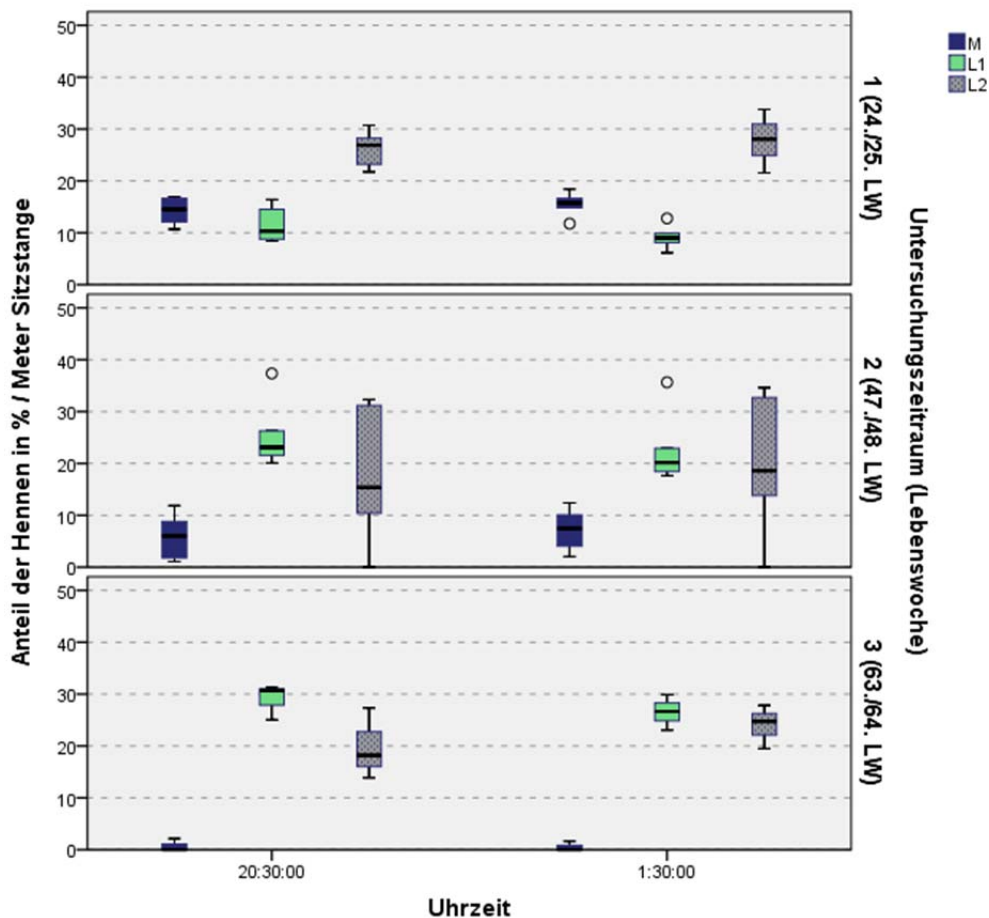
	Signifikanzen	
	M (PVC)	L1 (verzinktes Metall)
<b>L1 (verzinktes Metall)</b>		
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	$p = 0,0076$ $M > L1$	
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	$p = 0,0022$ $M > L1$	
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	$p = 0,05$ $M > L1$	
<b>L2 (PVC)</b>		
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	$p = 0,0011$ $M > L2$	$p = 0,013$ $L1 > L2$
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	$p = 0,0011$ $M > L2$	$p = 0,0141$ $L1 > L2$
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	$p \leq 0,05$ $M > L2$	n.S.



**Abbildung 44: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage D** (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

### DUNKELPHASE

Während der Dunkelphase wurde der Kotbelüftungsschacht im zweiten und dritten Untersuchungszeitraum von signifikant weniger Tieren genutzt als die Sitzstangen L1 und L2, dies ist in der Abbildung 47 sichtbar. Im ersten Untersuchungszeitraum haben noch signifikant mehr Tiere den Kotbelüftungsschacht und die Sitzstange L2 als die Sitzstange L1 genutzt (siehe Abbildung 45, Abbildung 46, Abbildung 47 sowie Tabelle 13 für die Signifikanzwerte und im Anhang Tabelle 44).



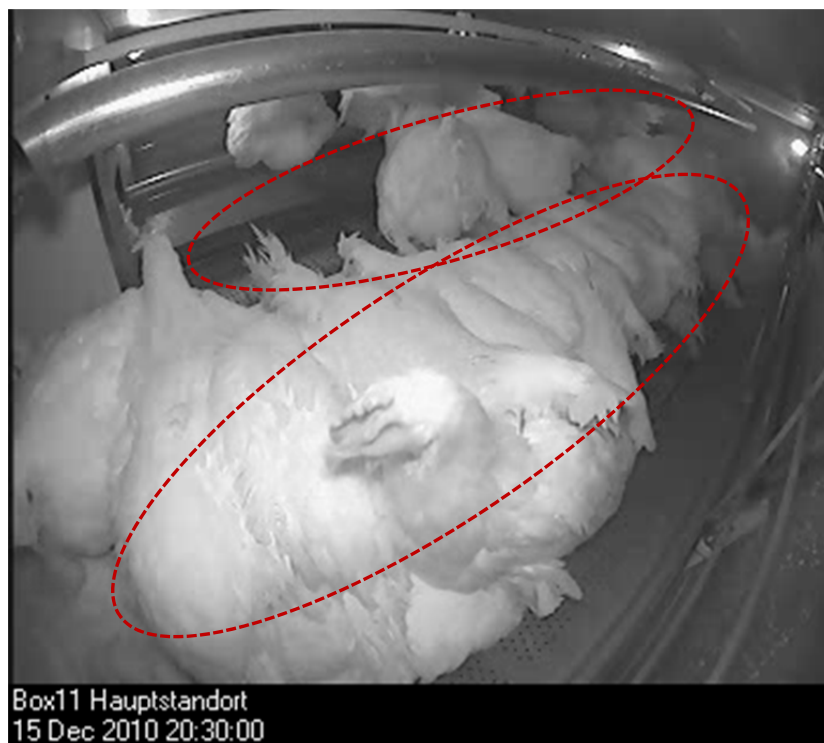
**Abbildung 45: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage D** (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

**Tabelle 13:** Darstellung der **Signifikanzwerte** der **Sitzstangenpräferenzen** der Legehennen in der **Anlage D** (1. und 2. UZR n = 6; 3. UZR n = 3) während der **Dunkelphase** für die Sitzstangen M, L1 und L2

Signifikanzberechnung anhand eines Fisher-Pitman-Test; n.S. =  $p > 0,05$ .

„>“ bzw. „<“ bezieht sich auf die Nutzungspräferenz der Sitzstangen, z.B. wird die Sitzstange L1 im ersten Untersuchungszeiträumen weniger genutzt als die Sitzstange M.

	Signifikanzen	
	M (PVC)	L1 (verzinktes Metall)
<b>L1 (verzinktes Metall)</b>		
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p = 0,0065 M > L1	
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0011 M < L1	
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,05 M < L1	
<b>L2 (PVC)</b>		
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)	p = 0,0011 M < L2	p = 0,0011 L1 < L2
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)	p = 0,0260 M < L2	n.S.
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)	p = 0,05* M < L2	n.S.



**Abbildung 46:** Bildausschnitt aus einer Videosequenz der **Anlage D** während der **Dunkelphase** im ersten UZR mit Sicht auf die stark frequentierte **Sitzstange L2** im Vordergrund. Zu beachten ist die starke Nutzung dieser Sitzstange obwohl die Sitzstangen **M** (Kotbelüftungsschacht mittig im Abteil) und **L1** (gegenüberliegend) nicht voll besetzt sind.



**Abbildung 47:** Darstellung der Nutzungsfrequenz der Sitzstangen während der **Dunkelphase** in der **Anlage D** im dritten Untersuchungszeitraum. Die **Sitzstange L2** im Vordergrund mit ca. sieben Hühnern und die **Sitzstange M**, in der Mitte des Abteils, ohne darauf sitzende Hühner.

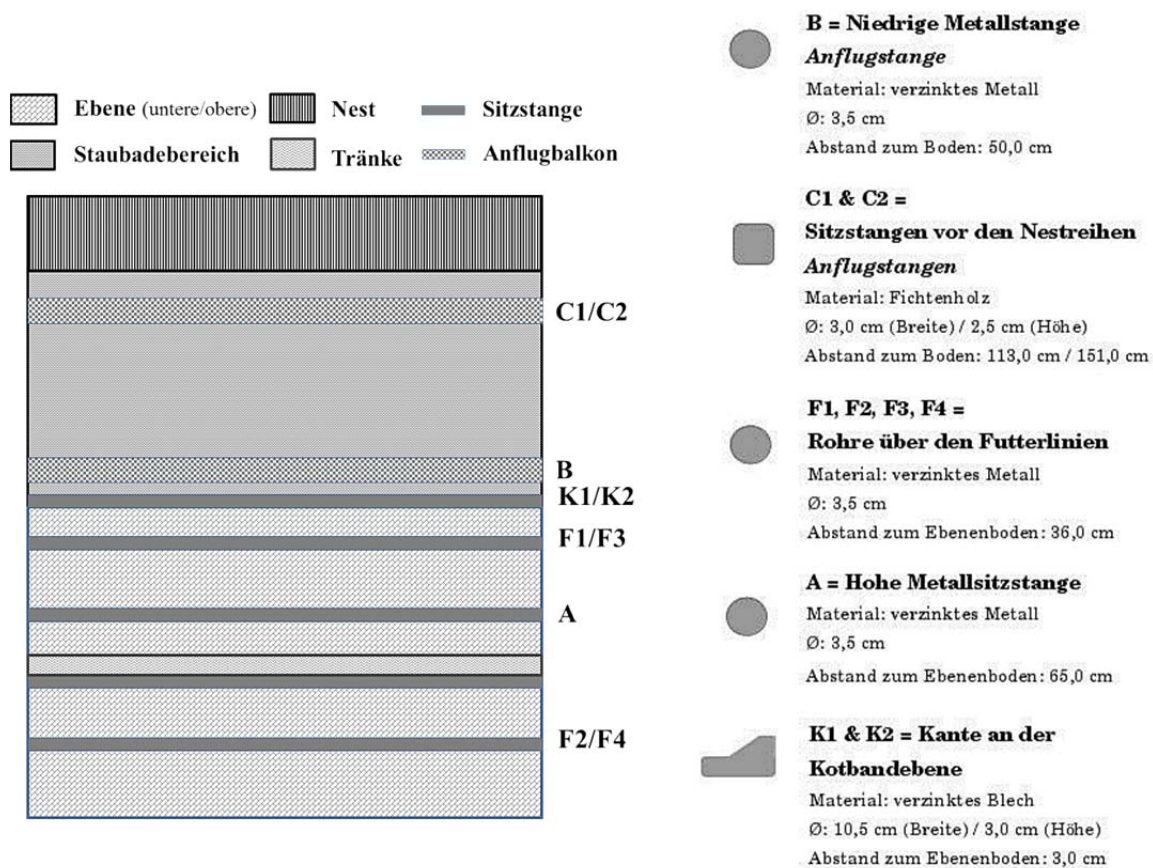
#### 4.2.5 ANLAGE E

In der Anlage E wurden zwei Abteile mit einem Anfangsbestand von jeweils 100 Tieren beobachtet. In den Abteilen waren jeweils acht Sitzstangen (A, K1, K2, F1, F2, F3, F4 sowie T1) und drei Anflugbalkone (C1, C2 und B) installiert (siehe Abbildung 48). Von den acht in der Anlage E vorhandenen Sitzstangen konnten jedoch aus technischen Gründen nur sieben ausgewertet werden.

Zum besseren Verständnis der Sitzstangenpräferenzen ist in der Abbildung 48 die Anordnung der Funktionsbereiche, Sitzstangen und Anflugbalkone der Anlage E als Übersicht dargestellt, sowie die Bezeichnung, das Material und der Abstand zum Boden der einzelnen Sitzstangen erläutert.

Aufgrund der geringen Stichprobenzahl ( $n = 2$ ) konnte für die Anlage E keine Signifikanzberechnung durchgeführt werden.





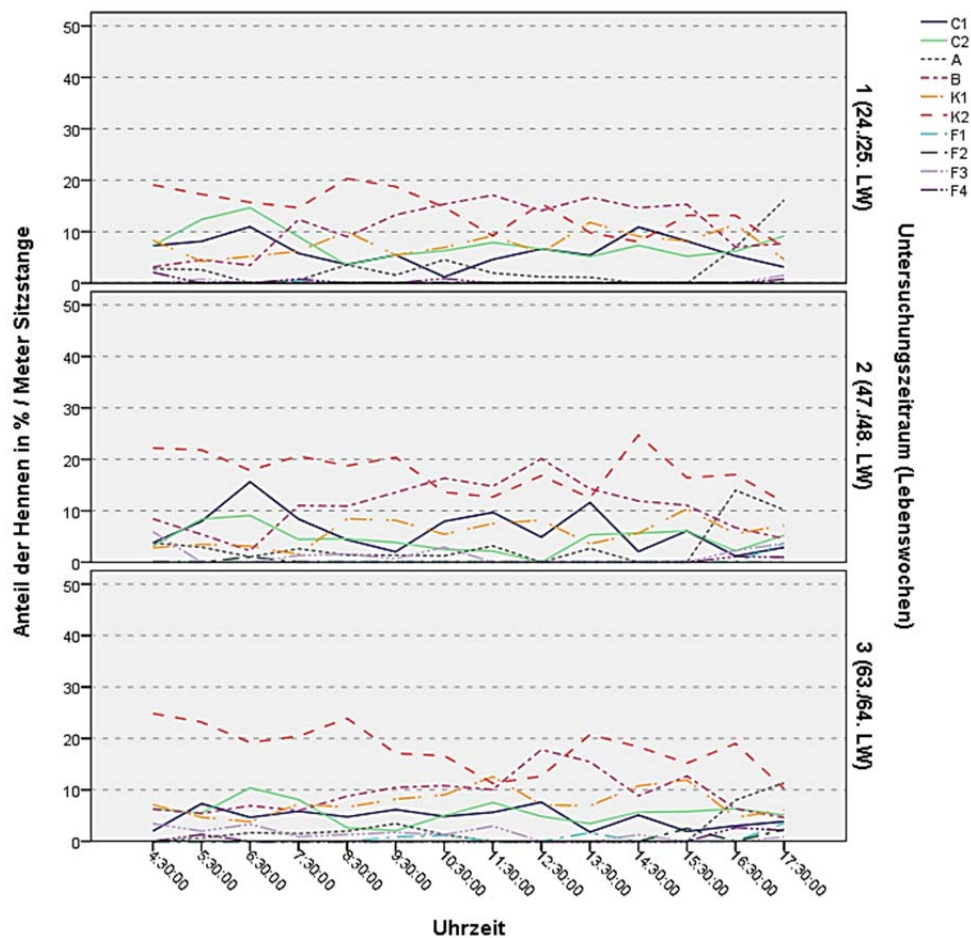
**Abbildung 48:** Skizze der Funktionsbereiche mit Anordnung der Sitzstangen (links) sowie detaillierte Darstellung des Querschnittes und der Beschaffenheit der Sitzstangen (rechts) der Anlage E.

## HELLPHASE

Während der Hellphase wurden in allen Untersuchungszeiträumen die Sitzstangen F1, F2, F3 und F4 von weniger Tieren genutzt als alle anderen Sitzstangen. Zwischen den einzelnen „F“ Sitzstangen war nur im zweiten und dritten UZR eine etwas vermehrte Nutzung der Sitzstange F3 gegenüber F1, F2 und F4 zu beobachten.

Vor allem die Sitzstange K2, aber auch der Anflugbalkon B wurden während der Hellphase in allen Untersuchungszeiträumen mehr genutzt als die Sitzstangen und Anflugbalkone K1, A, C1, C2, F1-F4 (siehe Abbildung 49 und im Anhang Tabelle 45).

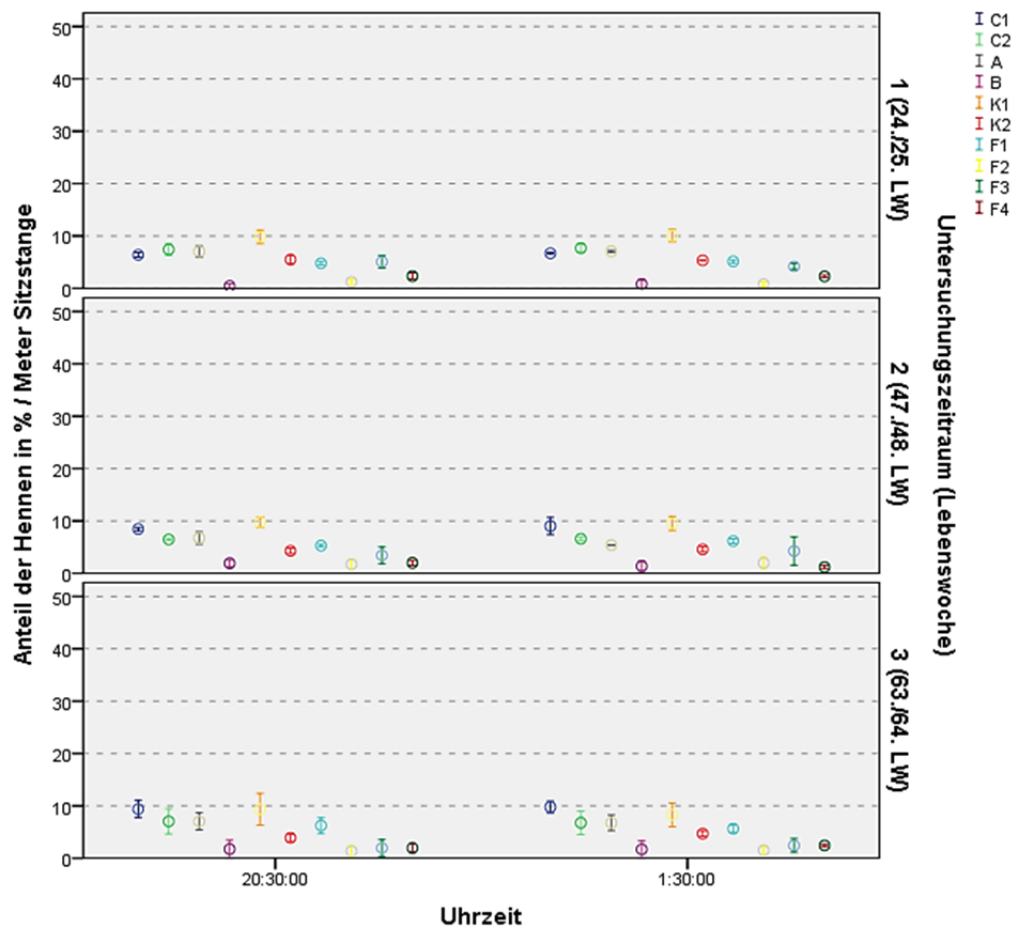




**Abbildung 49: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage E** (n = 2) während der **Hellphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

### DUNKELPHASE

Während der Dunkelphase in allen drei Untersuchungszeiträumen wurden die Sitzstangen C1, C2, A und K1 von deutlich mehr Tieren genutzt als die anderen vorhandenen Sitzstangen. Die hohe Nutzungsfrequenz der Anflugbalkone C1 und C2 ist in der Abbildung 51 deutlich sichtbar. Die Sitzstangen F2, F3, F4 und der Anflugbalkon B wurden deutlich weniger genutzt als die Sitzstangen C1, C2, A, K1, K2 und F1. Die Unterschiede wurden vor allem zum Ende der Legeperiode deutlich (siehe Abbildung 50 und im Anhang Tabelle 46).



**Abbildung 50: Sitzstangenpräferenz** der Legehennen in der **Anlage E** ( $n = 2$ ) während der **Dunkelphase**, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%). Aufgrund der geringen Stichprobenzahl der Anlage E wurde für die Darstellung der Ergebnisse dieser Beobachtung kein Boxplot gewählt.



**Abbildung 51:** Bildausschnitt aus einer Videosequenz während der **Dunkelphase** aus dem zweiten Untersuchungszeitraum in der **Anlage E**, mit Blick auf die intensiv genutzten **Anflugbalkone C1 und C2** vor den Nestreihen.

#### 4.2.6 VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER SITZSTANGENNUTZUNG

##### HELLPHASE

Während der Hellphase wurden im ersten UZR durchschnittlich 22,1 % der Tiere auf den Sitzstangen in den Kleingruppen (Anlagen A, B, C und D) beobachtet, dies waren in den Anlagen B und D signifikant ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test) mehr als die 15,2 % der Tiere auf Sitzgelegenheiten in der Voliere (Anlage E, Sitzstangen + Anflugbalkon). Zwischen den Kleingruppenanlagen gab es im ersten UZR keinen signifikanten Unterschied. Im zweiten UZR wurden in der Anlage A signifikant weniger Hennen auf den Sitzstangen beobachtet als in der Anlage D ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). Im zweiten UZR wurden in den Anlagen B, C und D und im dritten UZR in allen Kleingruppenanlagen signifikant ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test) mehr Tiere auf Sitzgelegenheiten beobachtet als in der Voliere (siehe Tabelle 14).

### **DUNKELPHASE**

Während der Dunkelphase im ersten Untersuchungszeitraum saßen durchschnittlich 61,3 % der Tiere in den Kleingruppen auf den Sitzstangen. In der Voliere (Anlage E) befanden sich während der Dunkelphase des ersten UZR 64,3 % und damit signifikant mehr Tiere auf Sitzgelegenheiten als auf den Sitzstangen der Anlagen A und C ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). In den Anlagen B und D wurden im ersten UZR signifikant mehr Sitzstangen genutzt als in den Anlagen A und C ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test).

Im zweiten und dritten UZR wurden während der Dunkelphase 59,5 % (2. UZR) und 65,5 % (3. UZR) in den Kleingruppenanlagen auf den Sitzstangen und 64,9 % (2. UZR) und 68,4 % (3. UZR) der Hennen in der Voliere auf Sitzgelegenheiten beobachtet (siehe Tabelle 15).

Im dritten UZR wurden in der Anlage A signifikant mehr Sitzstangen genutzt als in der Anlage B ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test), ansonsten gab es zwischen den Kleingruppenanlagen (Anlage A bis D) und auch zwischen den Kleingruppenanlagen und der Voliere im zweiten und dritten UZR keine signifikanten Unterschiede.

**Tabelle 14:** Vergleich der Anlagen bezüglich der Sitzstangennutzung als **prozentualer** und absoluter (in Klammern) Anteil der Tiere auf den Sitzstangen während der **Hellphase**, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall über drei Untersuchungszeiträume, mit Darstellung des 95% Konfidenzintervalls (KI) des Mittelwertes (Untergrenze [U] und Obergrenze [O]).

Anlage A			Anlage B			Anlage C			Anlage D			Anlage E					
Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Anflugbalkonen	95 % KI U	95 % KI O
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)																	
18,5 (29,6 /160)	17,4	19,7	26,7 (35,2 /132)	25,0	28,4	18,5 (27,8 /150)	16,6	20,4	24,8 (59,5 /240)	23,2	26,3	7,8 (15,5 /200)	6,7	8,8	7,4 (14,8 /200)	6,4	8,3
Mittelwert der Kleingruppen: 22,1 %												Gesamtanteil auf Sitzgelegenheiten in der Voliere: 15,2 %					
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)																	
16,6 (26,0 /157)	15,1	18,1	25,8 (33,5 /130)	24,3	27,2	20,5 (30,4 /148)	18,3	22,7	28,6 (59,7 /209)	26,8	30,3	6,6 (12,9 /195)	5,1	8,2	4,7 (9,3 /195)	3,9	5,6
Mittelwert der Kleingruppen: 22,9 %												Gesamtanteil auf Sitzgelegenheiten in der Voliere: 11,3 %					
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)																	
26,2 (40,3 /154)	24,0	28,3	28,7 (36,1 /126)	26,7	30,7	24,3 (35,8 /147)	22,5	26,1	28,1 (30,0 /107)	25,4	30,8	8,3 (15,9 /191)	6,3	10,3	5,1 (9,7 /191)	4,2	6,0
Mittelwert der Kleingruppen: 26,8 %												Gesamtanteil auf Sitzgelegenheiten in der Voliere: 13,4 %					

**Tabelle 15:** Vergleich der Anlagen bezüglich der Sitzstangennutzung als **prozentualer** und absoluter (in Klammern) Anteil der Tiere auf den Sitzstangen während der **Dunkelphase**, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall über drei Untersuchungszeiträume, mit Darstellung des 95 % Konfidenzintervalls (KI) des Mittelwertes (Untergrenze [U] und Obergrenze [O]).

Anlage A			Anlage B			Anlage C			Anlage D			Anlage E					
Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Sitzstangen	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Tiere auf den Anflugballkonen	95 % KI U	95 % KI O
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)																	
55,8 (89,3 /160)	53,3	58,3	69,9 (92,3 /132)	64,5	75,2	53,2 (79,8 /150)	42,60	63,7	66,2 (158,8 /240)	58,2	74,1	45,5 (91,0 /200)	35,8	55,2	18,8 (37,5 /200)	15,8	21,7
Mittelwert der Kleingruppen: 61,3 %												Gesamtanteil auf Sitzgelegenheiten in der Voliere: 64,3 %					
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)																	
60,8 (95,3 /157)	53,0	68,7	59,9 (77,8 /130)	51,4	68,4	63,2 (93,5 /148)	58,2	68,2	54,0 (113,5 /209)	49,6	58,3	43,0 (83,8 /195)	37,7	48,3	21,9 (42,8 /195)	18,8	25,1
Mittelwert der Kleingruppen: 59,5 %												Gesamtanteil auf Sitzgelegenheiten in der Voliere: 64,9 %					
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)																	
71,8 (110,3 /154)	66,7	76,8	59,4 (74,8 /126)	52,5	66,3	64,8 (95,3 /147)	58,8	70,9	66,1 (70,5 /107)	56,7	75,4	43,5 (83,0 /191)	36,8	50,3	24,9 (47,5 /191)	20,6	29,1
Mittelwert der Kleingruppen: 65,5 %												Gesamtanteil auf Sitzgelegenheiten in der Voliere: 68,4 %					

### 4.3 STAUBBADEVERHALTEN

---

Für die Beobachtungen im Tageszeitraum (TZ) I wurden die Hennen von 3:30-4:00 Uhr (30-minütige Phase während der Dämmerung in der Früh), für den TZ II von 4:00-5:00 Uhr (60-minütige Phase nach der Dämmerung in der Früh) und für den TZ III für 60 Minuten, direkt im Anschluss des 1. Einstreuintervalls des Tages, beobachtet. In den Anlagen A, B und C wurde zu festgelegten Uhrzeiten während der Hellphase Substrat auf die Staubbadematten gegeben. Aufgrund eines technischen Defektes wurde in der Anlage D während der Dunkelphase Staubbadesubstrat auf die Matten gegeben, in der Anlage E war permanent im Einstreubereich Staubbadesubstrat vorhanden. Aufgrund des technischen Defektes in der Anlage D wurden die Tageszeiträume I und II für alle Anlagen zusätzlich ausgewertet.

#### 4.3.1 ANZAHL DER STAUBBADEVORGÄNGE

---

In der Tabelle 16 sind die relative Anzahl der Staubbadesequenzen (SBS) pro Huhn sowie die absoluten Zahlen der Anlagen, in den verschiedenen Untersuchungszeiträumen, dargestellt. Im Tageszeitraum (TZ) I und II wurden vor allem in der Anlage D und E Staubbadevorgänge beobachtet. Signifikante Unterschiede für den Abschnitt „Anzahl der Staubbadevorgänge“ wurden anhand eines Chi-Quadrat-Tests berechnet. Im ersten Untersuchungszeitraum wurden signifikant mehr Staubbadesequenzen (SBS) im TZ II in der Anlage D als in den Anlagen A und C beobachtet ( $p \leq 0,05$ ). Im zweiten und dritten UZR wurden im TZ II in den Anlagen D und E mehr SBS beobachtet, jedoch waren diese Beobachtungen nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). Im Tageszeitraum III wurden im ersten und zweiten UZR in der Anlage B die signifikant niedrigste Anzahl von Staubbadevorgängen pro Huhn pro Zeiteinheit beobachtet ( $p \leq 0,05$ ). In der Anlage C wurden in allen Untersuchungszeiträumen im TZ III die meisten (in Relation) SBS beobachtet.

Im TZ III des ersten UZR wurden in der Anlage C signifikant mehr SBS als in den Anlagen A, B, D und E und im zweiten UZR signifikant mehr als in den Anlagen A, B und E beobachtet ( $p \leq 0,05$ ). Im TZ III des zweiten UZR wurden in der Anlage D signifikant mehr SBS beobachtet als in der Anlage A ( $p \leq 0,05$ ). Im dritten UZR wurden in der Anlage C und D signifikant mehr Staubbadevorgänge im TZ III beobachtet als in den Anlagen A, B und E ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabelle 16:** Durchschnittliche **relative Anzahl** der Staubbadevorgänge pro Huhn in Prozent (%) sowie die absolute Zahl (in Klammern), Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM) der beobachteten Staubbadevorgänge (als Mittelwert aus 48 h) in den beobachteten Zeiträumen I (30-Minütige Phase während der Dämmerung in der Früh), II (60-Minütige Phase nach der Dämmerung in der Früh) und III (60-Minütige Phase nach dem ersten Einstreuintervall) in den Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume.

	Anlage A			Anlage B			Anlage C			Anlage D			Anlage E		
	Anzahl SBS/Huhn (absolute Zahl)	SD	SEM	Anzahl SBS/Huhn (absolute Zahl)	SD	SEM	Anzahl SBS/Huhn (absolute Zahl)	SD	SEM	Anzahl SBS/Huhn (absolute Zahl)	SD	SEM	Anzahl SBS/Huhn (absolute Zahl)	SD	SEM
<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>															
<b>TZ I</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0,25</b> (0,5/200)	0,35	0,25
<b>TZ II</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>2,71</b> (6,5/240)	1,66	0,68	<b>1,25</b> (2,5/200)	1,77	1,25
<b>TZ III</b>	<b>9,06</b> (14,5/160)	1,57	0,79	<b>1,89</b> (2,5/132)	1,45	0,73	<b>21,00</b> (31,5/150)	12,17	7,02	<b>11,67</b> (28,0/240)	6,74	2,75	<b>8,75</b> (17,5/200)	1,06	0,75
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>															
<b>TZ I</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0,77</b> (1,5/195)	0,38	0,27
<b>TZ II</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0,69</b> (1,5/209)	0,76	0,31	<b>1,02</b> (2,0/195)	0,70	0,50
<b>TZ III</b>	<b>7,66</b> (12,0/157)	3,01	1,50	<b>1,54</b> (2,0/130)	1,24	0,62	<b>25,78</b> (38,0/148)	6,62	3,82	<b>18,59</b> (39,0/209)	4,97	2,03	<b>11,73</b> (23,0/195)	5,55	3,92
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>															
<b>TZ I</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0
<b>TZ II</b>	<b>0,33</b> <b>0,5/154</b>	0,66	0,33	<b>0</b>	0	0	<b>0,33</b> (0,5/147)	0,58	0,33	<b>2,71</b> (3,0/107)	2,63	1,52	<b>1,05</b> (2,0/191)	0,02	0,02
<b>TZ III</b>	<b>8,76</b> (13,5/154)	4,82	2,41	<b>3,57</b> (4,5/126)	4,26	2,13	<b>20,10</b> (29,5/147)	8,81	5,08	<b>18,68</b> (20,0/107)	2,64	1,52	<b>6,30</b> (12,0/191)	1,62	1,15



#### 4.3.2 VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER STAUBBADAKTIVITÄT

---

Die Tabelle 17 stellt zusammenfassend eine Übersicht über den Gesamtanteil staubbadender Hennen, staubbadender Hennen auf der Matte/im Einstreubereich und staubbadender Hennen auf dem Gitter, im Tagesverlauf in den Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume dar.

Im ersten UZR wurden im Tagesverlauf insgesamt signifikant mehr staubbadende Hennen in der Anlage A, C und D als in den Anlagen B und E beobachtet ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test).

Im zweiten UZR wurden in der Anlage C signifikant mehr Hennen beim Staubbaden insgesamt beobachtet als in den Anlagen A, B und D ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). In der Anlage B wurden im zweiten UZR signifikant weniger staubbadende Hennen beobachtet als in allen anderen Anlagen ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test).

Im dritten UZR wurden in der Anlage D signifikant mehr staubbadende Tiere beobachtet als in den Anlagen A, B und E und in der Anlage B signifikant weniger als in allen anderen Anlagen.

Der signifikant größere Anteil der Tiere der Anlage B wurde in allen UZR und in der Anlage A im ersten und dritten UZR beim Staubbaden auf dem Gitter und nicht auf der Matte beobachtet ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test).

In den Anlagen C, D und E wurden in allen UZR signifikant mehr Hennen beim Staubbaden im dafür vorgesehenen Bereich (SB-Matte/Einstreu) beobachtet als in den jeweiligen Anlagen auf dem Gitter Staubbadeverhalten gezeigt wurde ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). In der Anlage E wurden zu keinem Untersuchungszeitraum Tiere beim Staubbaden auf dem Gitter beobachtet.

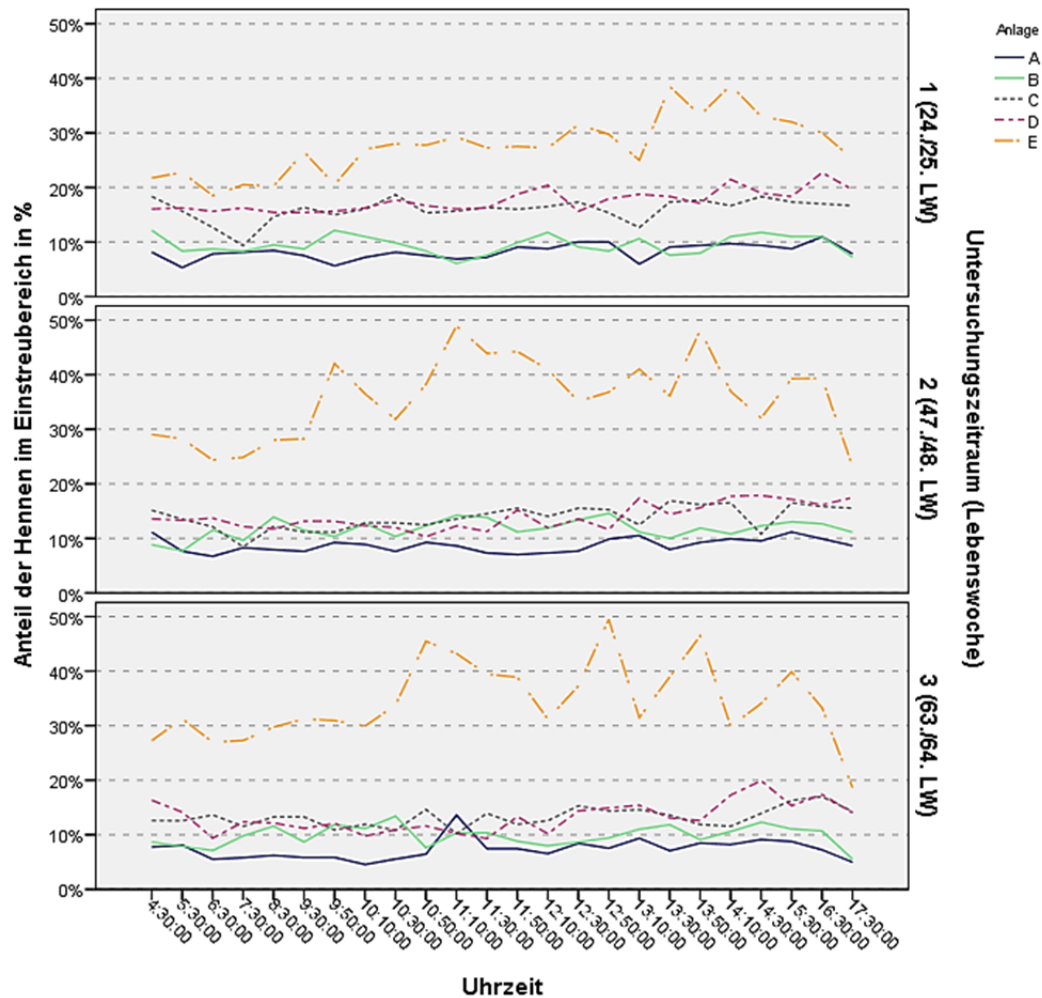
#### 4.3.3 VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER NUTZUNG DES STAUBBADES

---

Wie in der Abbildung 52 und im Anhang in der Tabelle 47, dargestellt, wurden im ersten UZR während der Hellphase durchschnittlich 12,8 % der Tiere der Kleingruppen auf der Staubbadematte beobachtet. In der Voliere hielten sich dagegen 27,6 % der Tiere im Bereich des Staubbades auf. Im zweiten und dritten UZR wurden in den Kleingruppen 12,1 % und 10,9 % der Tiere im Staubbad beobachtet, in der Voliere waren es 35,7 % und 34,4 %.

Während aller UZR wurden im Bereich der Einstreu in der Anlage E signifikant mehr Tiere beobachtet als in den Anlagen A, B, C und D ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test).

In der Anlage D wurden im ersten UZR signifikant mehr Tiere im Bereich der Einstreu beobachtet als in den Anlagen A und B ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test), ansonsten konnten keine signifikanten Unterschiede in der Nutzung der Einstreubereiche zwischen den verschiedenen Kleingruppenanlagen beobachtet werden.



**Abbildung 52:** Vergleich der Anlagen A bis E bezüglich der Staubbadnutzung im Tagesverlauf als prozentualer Anteil der Tiere im Bereich des Staubbades während der Hellphase über drei Untersuchungszeiträume

**Tabelle 17:** Gesamtanteil der beobachteten Hennen, die Staubbadeverhalten gesamt, auf der Matte oder auf dem Gitter zeigten in **Prozent (%)** und in absoluten Zahlen (in Klammern) in den Anlagen A bis E im Tagesverlauf, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall der drei Untersuchungszeiträume mit der Standardabweichung (SD) und dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes (SEM).

	Anlage A			Anlage B			Anlage C			Anlage D			Anlage E		
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)															
	Beobachtete Hennen	SD	SEM	Beobachtete Hennen	SD	SEM	Beobachtete Hennen	SD	SEM	Beobachtete Hennen	SD	SEM	Beobachtete Hennen	SD	SEM
Gesamtanteil SB Hennen	56,9 % (91,0/160)	2,6	0,3	29,9 % (39,5/132)	1,7	0,18	76,3 % (114,5/150)	2,4	0,29	65,4 % (157,0/240)	2,5	0,21	39,8 % (79,5/200)	1,9	0,27
Anteil SB Hennen auf der Matte	8,4 % (13,5/160)	0,7	0,1	0,8 % (1,0/132)	0,2	0,02	65,0 % (97,5/150)	2,2	0,26	44,2 % (106,0/240)	2,0	0,17	39,8 % (79,5/200)	1,9	0,27
Anteil der SB Hennen auf dem Gitter	48,4 % (77,5/160)	2,2	0,2	29,2 % (38,5/132)	1,7	0,18	11,3 % (17,0/150)	0,8	0,09	21,3 % (51,0/240)	1,2	0,10	0,0 % (0/200)	0	0
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)															
Gesamtanteil SB Hennen	60,2 % (94,5/157)	2,1	0,2	33,9 % (44,0/130)	2,1	0,21	78,4 % (116,0/148)	2,8	0,33	62,0 % (129,5/209)	2,7	0,22	69,2 % (135,0/195)	2,2	0,32
Anteil SB Hennen auf der Matte	26,4 % (41,5/157)	1,3	0,1	2,3 % (3,0/130)	0,4	0,04	67,2 % (99,5/148)	2,3	0,27	42,1 % (88,0/209)	2,0	0,16	69,2 % (135,0/195)	2,2	0,32
Anteil der SB Hennen auf dem Gitter	33,8 % (53,0/157)	1,5	0,2	31,5 % (41,0/130)	2,0	0,21	11,2 % (16,5/148)	0,9	0,10	19,9 % (41,5/209)	1,3	0,11	0,0 % (0/195)	0	0
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)															
Gesamtanteil SB Hennen	60,4 % (93,0/154)	2,1	0,2	29,4 % (37,0/126)	1,6	0,16	69,4 % (102,0/147)	2,4	0,28	78,0 % (83,5/107)	3,2	0,38	66,2 % (126,5/191)	1,9	0,27
Anteil SB Hennen auf der Matte	19,5 % (30,0/154)	1,0	0,1	2,0 % (2,5/126)	0,4	0,04	59,2 % (87,0/147)	2,1	0,24	50,9 % (54,5/107)	2,0	0,24	66,2 % (126,5/191)	1,9	0,27
Anteil der SB Hennen auf dem Gitter	40,9 % (63,0/154)	1,7	0,2	27,4 % (34,5/126)	1,5	0,16	10,2 % (15,0/147)	0,8	0,09	27,1 % (29,0/107)	1,8	0,21	0,0 % (0/191)	0	0

#### 4.3.4 DAUER DER STAUBBADEVORGÄNGE

---

In der Tabelle 18 sind die durchschnittlichen Längen einer Staubbadesequenz (SBS) sowie das kürzeste und längste Staubbad der Anlagen in den jeweiligen Untersuchungszeiträumen im Tageszeitraum III dargestellt (vollständige Tabelle mit Tageszeiträumen I und II im Anhang, Tabelle 48 und Tabelle 49).

Im ersten UZR wurden in der Anlage D und E durchschnittlich signifikant ( $p \leq 0,05$ , Mann-Whitney-Test) längere SBS als in den Anlagen A, B und C beobachtet.

Im zweiten UZR wurden in den Anlagen B und D signifikant ( $p \leq 0,05$ , Mann-Whitney-Test) kürzere SBS als in den Anlagen A und E beobachtet.

Im dritten UZR wurden in den Anlagen A, C und E signifikant längere SBS beobachtet als in der Anlage B ( $p \leq 0,05$ , Mann-Whitney-Test). In der Anlage B wurden in allen Untersuchungszeiträumen im TZ III durchschnittlich die kürzesten SBS beobachtet, wobei die längste Sequenz 5,6 Minuten dauerte.

Die Dauer der einzelnen Staubbadesequenzen variierte sehr zwischen den Anlagen und auch innerhalb einer Anlage.

**Tabelle 18:** Dauer der Staubbadevorgänge im Staubbadebereich der Legehennen in den Anlagen A bis E, im Tageszeitraum III während der drei Untersuchungszeiträume: Mindestdauer (mind.), durchschnittliche Dauer (Mittelwert = MW) und maximale (max.) Staubbadedauer in Minuten sowie Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM); n = Anzahl der beobachteten Staubbadevorgänge.

			1. Untersuchungs- zeitraum (24./25. LW)	2. Untersuchungs- zeitraum (47./48. LW)	3. Untersuchungs- zeitraum (63./64. LW)	Mittelwert 1. – 3. Untersuchungs- zeitraum
			TZ III	TZ III	TZ III	TZ III
Anlage A	n = Anzahl SB Vorgänge	mind.	n = 29	n = 24	n = 27	n = 80
		MW				
		max.				
		SD				
		SEM				
Anlage B	n = Anzahl SB Vorgänge	mind.	n = 5	n = 4	n = 9	n = 18
		MW				
		max.				
		SD				
		SEM				
Anlage C	n = Anzahl SB Vorgänge	mind.	n = 63	n = 76	n = 59	n = 198
		MW				
		max.				
		SD				
		SEM				
Anlage D	n = Anzahl SB Vorgänge	mind.	n = 56	n = 78	n = 39	n = 173
		MW				
		max.				
		SD				
		SEM				
Anlage E	n = Anzahl SB Vorgänge	mind.	n = 35	n = 46	n = 24	n = 105
		MW				
		max.				
		SD				
		SEM				

#### 4.3.5 URSACHEN DES ENDES DER STAUBBADESEQUENZEN

---

Das Ende einer Staubbadesequenz wurde mit 0 kodiert, wenn ein Huhn ein Staubbad ohne Störung beendete. Die Kodierung 1 wurde verwendet, wenn das Huhn das Staubbad beendete, weil es von einem anderen Huhn weggepickt wurde und die Kodierung 2, wenn es verdrängt wurde. Ein Staubbad wurde mit der Kodierung 3 beendet, wenn das Huhn sich erschreckt hat. Mit der Kodierung 4 wurde ein Staubbad beendet, wenn das Huhn ein anderes Huhn dominierte, die Kodierung 5 wurde für sonstige Gründe des Endes eines Staubbades eingesetzt. In der Tabelle 19 sind die Gründe für das Beenden der Staubbadesequenzen (SBS) der Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume während des Tageszeitraumes III dargestellt, die Kodierung 0 („normal“, ohne Störung) ist **fett** markiert. Aufgrund der geringen Anzahl beobachteter SBS konnte die Anlage B nicht für Signifikanzberechnungen verwendet werden.

Ausschließlich in der Anlage E wurde beobachtet, dass in allen Untersuchungszeiträumen signifikant mehr SBS ungestört als gestört beendet wurden ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). In der Anlage A gab es zu keinem UZR signifikante Unterschiede im Verhältnis der ohne Störung beendeten Staubbadevorgänge zu den Staubbadevorgängen die durch störende Einflüsse beendet wurden, es wurden im Verlauf der drei UZR in der Anlage A maximal 54,2 % der SBS ohne Störung beendet. In der Anlage C wurden im zweiten UZR mit 67,1 % der SBS signifikant mehr ungestört beendet als gestört ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). In der Anlage D wurden im zweiten UZR signifikant weniger (35,9 %) Staubbadevorgänge ungestört beendet als gestört ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test).

In der Anlage E wurden zu jedem Untersuchungszeitraum mit über 80 %, signifikant mehr, SBS ohne Störung beendet als in den Anlagen A, C und D ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). Im ersten UZR wurden in den Anlagen A, C und D signifikant ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test) mehr Staubbäder mit der Kodierung eins („weggepickt“) beendet als in der Anlage E (siehe Abbildung 53). Im zweiten und dritten UZR wurden in der Anlage D signifikant mehr SBS mit der Kodierung eins beendet als in den Anlagen A, C und E ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test).

In der Anlage C und D wurden im ersten UZR signifikant mehr SBS mit der Kodierung zwei („verdrängt“) beendet als in der Anlage E ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). Im zweiten UZR wurden in den Anlagen A, C und D signifikant mehr Staubbäder durch Verdrängung eines anderen Huhnes (Kodierung zwei, als Beispiel siehe Abbildung 54) als in der Anlage E beendet, im dritten UZR wurde diese Kodierung nur in der Anlage A signifikant häufiger

beobachtet ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). In der Anlage E wurde zu keinem UZR ein Staubbad durch Verdrängung beendet.

Nur im ersten Untersuchungszeitraum der Anlage E wurde beobachtet, dass über 10 % der Staubbäder ( $n = 35$ ) beendet wurden, weil das staubbadende Huhn ein anderes „dominierte“ (staubbadendes Huhn pickt anderes Huhn weg; Kodierung vier). In den Anlagen A bis D konnte dieser Grund für das Ende eines Staubbades gar nicht oder nur mit einer Inzidenz von max. 6,8 % beobachtet werden.



**Abbildung 53:** Darstellung von Bildausschnitten aus einer Videosequenz im zweiten Untersuchungszeitraum im **Tageszeitraum III** der **Anlage D**. Die staubbadende Henne im linken Bild wird von einer anderen Henne beim Staubbaden gestört (Kodierung 1 = bepickt). Die Henne unterbricht ihre Staubbadsequenz, weicht auf die andere Seite des Abteils aus, zeigt dort eine kurze Sequenz von Staubbadeverhalten auf dem Gitter und beendet dann das Staubbad.

**Tabelle 19:** Darstellung der **Kodierungen (0-5) der Ursachen des Endes** eines Staubbades im Staubbadebereich in Prozent (%) und als absolute Zahl (in Klammern), im Tageszeitraum III (TZ III) der drei Untersuchungszeiträume in den Anlagen A bis E (0 = ohne Störung, 1 = weggepickt, 2 = verdrängt, 3 = erschreckt, 4 = staubbadendes Huhn dominiert anderes Huhn, 5 = sonstige Störung).

		1. Untersuchungs- zeitraum (24./25. LW)	2. Untersuchungs- zeitraum (47./48. LW)	3. Untersuchungs- zeitraum (63./64. LW)	Mittelwert 1. – 3. Untersuchungs- zeitraum
		TZ III	TZ III	TZ III	TZ III
Anlage A	0	<b>48,3 % (14/29)</b>	<b>54,2 % (13/24)</b>	<b>51,9 % (14/27)</b>	<b>51,2 % (41/80)</b>
	1	27,6 % (8/29)	4,2 % (1/24)	14,8 % (4/27)	16,2 % (13/80)
	2	6,9 % (2/29)	16,7 % (4/24)	29,6 % (8/27)	17,5 % (14/80)
	3	0,0 % (0/29)	8,3 % (2/24)	3,7 % (1/27)	3,8 % (3/80)
	4	3,4 % (1/29)	0,0 % (0/24)	0,0 % (0/27)	1,2 % (1/80)
	5	13,8 % (4/29)	16,7 % (4/24)	0,0 % (0/27)	10,0 % (8/80)
Anlage B	0	<b>60,0 % (3/5)</b>	<b>25,0 % (1/4)</b>	<b>88,9 % (8/9)</b>	<b>66,7 % (12/18)</b>
	1	0,0 % (0/5)	50,0 % (2/4)	0,0 % (0/9)	11,1 % (2/18)
	2	20,0 % (1/5)	25,0 % (1/4)	0,0 % (0/9)	11,1 % (2/18)
	3	20,0 % (1/5)	0,0 % (0/4)	11,1 % (1/9)	11,1 % (2/18)
	4	0,0 % (0/5)	0,0 % (0/4)	0,0 % (0/9)	0,0 % (0/18)
	5	0,0 % (0/5)	0,0 % (0/4)	0,0 % (0/9)	0,0 % (0/18)
Anlage C	0	<b>44,4 % (28/63)</b>	<b>67,1 % (51/76)</b>	<b>59,3 % (35/59)</b>	<b>57,6 % (114/198)</b>
	1	17,5 % (11/63)	9,2 % (7/76)	5,1 % (3/59)	10,6 % (21/198)
	2	12,7 % (8/63)	15,8 % (12/76)	11,9 % (7/59)	13,6 % (27/198)
	3	3,2 % (2/63)	0,0 % (9/76)	11,9 % (7/59)	4,5 % (9/198)
	4	1,6 % (1/63)	2,6 % (2/76)	6,8 % (4/59)	3,5 % (7/198)
	5	20,6 % (13/63)	5,3 % (4/76)	5,1 % (3/59)	10,1 % (20/198)
Anlage D	0	<b>50 % (28/56)</b>	<b>35,9 % (28/78)</b>	<b>38,5 % (15/39)</b>	<b>41,0 % (71/173)</b>
	1	21,4 % (12/56)	26,9 % (21/78)	30,8 % (12/39)	26,0 % (45/173)
	2	23,2 % (13/56)	24,4 % (19/78)	10,3 % (4/39)	20,8 % (36/173)
	3	0,0 % (0/56)	0,0 % (0/78)	5,1 % (2/39)	1,2 % (2/173)
	4	1,8 % (1/56)	5,1 % (4/78)	5,1 % (2/39)	4,0 % (7/173)
	5	3,6 % (2/56)	7,7 % (6/78)	10,3 % (4/39)	6,9 % (12/173)
Anlage E	0	<b>82,9 % (29/35)</b>	<b>91,3 % (42/46)</b>	<b>87,5 % (21/24)</b>	<b>87,6 % (92/105)</b>
	1	2,9 % (1/35)	2,2 % (1/46)	4,2 % (1/24)	2,9 % (3/105)
	2	0,0 % (0/35)	0,0 % (0/46)	0,0 % (0/24)	0,0 % (0/105)
	3	2,9 % (1/35)	0,0 % (0/46)	4,2 % (1/24)	1,9 % (2/105)
	4	11,4 % (4/35)	2,2 % (1/46)	0,0 % (0/24)	4,8 % (5/105)
	5	0,0 % (0/35)	4,3 % (2/46)	4,2 % (1/24)	2,9 % (3/105)





**Abbildung 54:** Diese Bildserie zeigt im linken Bild zwei staubbadende Hennen im dritten Untersuchungszeitraum im **Tageszeitraum III** in der **Anlage A**. Die rechts auf der Matte staubbadende Henne wird von der links staubbadenden Henne verdrängt (Kodierung zwei), steht auf und unterbricht ihr Staubbad (mittleres Bild) um es dann für eine kurze Periode als Staubbadeverhalten auf dem Gitter vor dem Trog fortzusetzen (rechtes Bild).

#### 4.3.6 UNTERBRECHUNGEN DES STAUBBADEVERHALTENS

In der Tabelle 20 ist das Verhältnis von unterbrochenen zu ungestörten Staubbadesequenzen der Anlagen A bis E im ersten bis dritten Untersuchungszeitraum dargestellt. In der Anlage E wurden im zweiten und dritten UZR signifikant weniger Staubbadesequenzen unterbrochen als in der Anlage A, C und D, im ersten UZR signifikant weniger als in den Anlagen C und D ( $p \leq 0,05$ , Chi-Quadrat-Test). In der Anlage B wurde nur eine geringe Anzahl von Staubbadesequenzen unterbrochen, jedoch wurden auch nur maximal neun Sequenzen beobachtet.

In der Tabelle 21 ist die durchschnittliche Anzahl der Unterbrechungen einer einzelnen Staubbadesequenz der Anlage A bis E im ersten bis dritten Untersuchungszeitraum im Tageszeitraum III dargestellt. Bei dieser Berechnung wurden mehrfach unterbrochene Staubbadesequenzen berücksichtigt. In der Anlage A, C und D wurden Staubbadesequenzen häufiger unterbrochen als in der Anlage B und E, wobei in der Anlage B (siehe auch Tabelle 18) nur sehr geringe Stichprobenzahlen untersucht werden konnten.

In der Anlage E wurde im dritten Untersuchungszeitraum von allen beobachteten Staubbadesequenzen keine unterbrochen.

**Tabelle 20: Anzahl** unterbrochener Staubbadessequenzen (SBS) im **Verhältnis** zur **Anzahl** ungestörter SBS Sequenzen in den verschiedenen Anlagen zu den jeweiligen Untersuchungszeiträumen (Tageszeitraum I, II und III für den jeweiligen Untersuchungszeitraum zusammengefasst).

	Anlage A	Anlage B	Anlage C	Anlage D	Anlage E
<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>					
<b>unterbrochene SB Sequenz</b>	6	0	15	17	3
<b>ungestörte SB Sequenz</b>	23	5	48	52	38
<b>SB gesamt</b>	29	5	63	69	41
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>					
<b>unterbrochene SB Sequenz</b>	12	0	26	34	3
<b>ungestörte SB Sequenz</b>	12	4	50	47	50
<b>SB gesamt</b>	24	4	76	81	53
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>					
<b>unterbrochene SB Sequenz</b>	6	2	22	15	0
<b>ungestörte SB Sequenz</b>	22	7	38	30	28
<b>SB gesamt</b>	28	9	60	45	28

**Tabelle 21: Durchschnittliche relative Anzahl** der Unterbrechungen in Prozent (UB) einer Staubbadessequenz zu den verschiedenen Untersuchungszeiträumen in den Anlagen A bis E im Tageszeitraum III (Berücksichtigung von mehrfach unterbrochenen Staubbadessequenzen) mit Angabe der Standardabweichung (SD) und dem einfachen Standardfehler der Mittelwerte (SEM). Zum Beispiel wurden in der Anlage A, im ersten Untersuchungszeitraum im Tageszeitraum III 42,5 % der Staubbadessequenzen unterbrochen.

Anlage A			Anlage B			Anlage C			Anlage D			Anlage E		
UB	SD	SEM	UB	SD	SEM	UB	SD	SEM	UB	SD	SEM	UB	SD	SEM
<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>														
42,5	45,1	22,6	0	0	0	57,0	65,9	38,1	44,0	43,6	17,8	13,5	10,6	7,5
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>														
78,3	73,9	36,9	0	0	0	48,0	18,1	10,4	77,3	30,6	12,5	8,0	11,3	8,0
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>														
18,5	12,9	6,4	12,5	25,0	12,5	65,7	14,1	8,1	55,3	54,5	31,5	0	0	0

Im ersten Untersuchungszeitraum dauerte eine Unterbrechung einer Staubbadesequenz in der Kleingruppenhaltung durchschnittlich 21 Sekunden, im zweiten UZR 26 Sekunden und im dritten UZR 24 Sekunden. In der Voliere (Anlage E) dauerte eine Unterbrechung im ersten UZR durchschnittlich 34 Sekunden und im zweiten UZR 17 Sekunden. Im dritten UZR wurden in der Voliere keine Unterbrechungen beobachtet (siehe Tabelle 22).

In der Tabelle 23 sind die Kodierungen für den Grund der Unterbrechungen der Staubbadesequenzen dargestellt. Eine Unterbrechung wurde mit 0 kodiert, wenn kein ersichtlicher Grund für die Unterbrechung erkennbar war. In den Kleingruppen wurden viele Unterbrechungen ohne ersichtlichen Grund beobachtet, Unterbrechungen die mit 3 kodiert („erschreckt“) wurden, wurden eher selten gesehen. Vor allem in der Anlage C und D wurden Unterbrechungen aufgrund der Kodierungen eins, zwei und vier regelmäßig gesehen. Aufgrund der dennoch geringen Stichprobenzahlen (insbesondere der Anlage B und E) konnte keine statistische Berechnung als Anlagenvergleich durchgeführt werden.

**Tabelle 22:** Durchschnittliche Länge (Dauer als Mittelwert = MW) einer Unterbrechung der Staubbadesequenzen in Sekunden, der Anlagen A bis E im Tageszeitraum III zu den Untersuchungszeiträumen 1, 2 und 3 mit Angabe der Standardabweichung (SD) und dem einfachen Standardfehler der Mittelwerte (SEM).

Anlage A			Anlage B			Anlage C			Anlage D			Anlage E		
MW	SD	SEM	MW	SD	SEM	MW	SD	SEM	MW	SD	SEM	MW	SD	SEM
<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>														
23	28	7	0	0	0	20	39	7	21	28	5	34	21	9
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>														
29	34	8	0	0	0	31	46	7	18	17	2	17	06	3
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>														
10	4	1	26	23	13	38	42	6	20	19	4	0	0	0

**Tabelle 23: Kodierung der Ursache des Unterbrechens** eines Staubbades in **Prozent (%)** und als absolute Zahl (in Klammern), im Tageszeitraum III (TZ III) der drei Untersuchungszeiträume in den Anlagen A bis E (0 = ohne erkennbaren Grund, 1 = weggepickt, 2 = verdrängt, 3 = erschreckt, 4 = staubbadendes Huhn dominiert anderes Huhn, 5 = sonstige Störung).

		1. Untersuchungs- zeitraum (24./25. LW)	2. Untersuchungs- zeitraum (47./48. LW)	3. Untersuchungs- zeitraum (63./64. LW)	Mittelwert 1. – 3. Untersuchungs- zeitraum
		TZ III	TZ III	TZ III	TZ III
Anlage A	0	38,5 % (5/13)	38,9 % (7/18)	42,9 % (3/7)	39,5 % (15/38)
	1	30,8 % (4/13)	22,2 % (4/18)	0,0 % (0/7)	21,1 % (8/38)
	2	15,4 % (2/13)	0,0 % (0/18)	14,3 % (1/7)	7,9 % (3/38)
	3	0,0 % (0/13)	0,0 % (0/18)	0,0 % (0/7)	0,0 % (0/38)
	4	7,7 % (1/13)	22,2 % (4/18)	0,0 % (0/7)	13,2 % (5/38)
	5	7,7 % (1/13)	16,7 % (3/18)	42,9 % (3/7)	18,4 % (7/38)
Anlage B	0	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)	100,0 % (3/3)	100,0 % (3/3)
	1	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/3)	0,0 % (0/3)
	2	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/3)	0,0 % (0/3)
	3	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/3)	0,0 % (0/3)
	4	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/3)	0,0 % (0/3)
	5	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/3)	0,0 % (0/3)
Anlage C	0	3,3 % (1/30)	57,9 % (22/38)	45,9 % (17/37)	38,1 % (40/105)
	1	33,3 % (10/30)	5,3 % (2/38)	8,1 % (3/37)	14,3 % (15/105)
	2	0,0 % (0/30)	10,5 % (4/38)	16,2 % (6/37)	9,5 % (10/105)
	3	0,0 % (0/30)	0,0 % (0/38)	2,7 % (1/37)	1,0 % (1/105)
	4	40,0 % (12/30)	13,2 % (5/38)	2,7 % (1/37)	17,1 % (18/105)
	5	23,3 % (7/30)	13,2 % (5/38)	24,3 % (9/37)	20,0 % (21/105)
Anlage D	0	24,1 % (7/29)	31,1 % (19/61)	25,0 % (5/20)	28,2 % (31/110)
	1	24,1 % (7/29)	32,8 % (20/61)	45,0 % (9/20)	32,7 % (36/110)
	2	41,4 % (12/29)	14,8 % (9/61)	10,0 % (2/20)	20,9 % (23/110)
	3	0,0 % (0/29)	0,0 % (0/61)	5,0 % (1/20)	0,9 % (1/110)
	4	3,4 % (1/29)	13,1 % (8/61)	10,0 % (2/20)	10,0 % (11/110)
	5	6,9 % (2/29)	8,2 % (5/61)	5,0 % (1/20)	7,3 % (8/110)
Anlage E	0	100,0 % (5/5)	40,0 % (2/5)	0,0 % (0/0)	70,0 % (7/10)
	1	0,0 % (0/5)	20,0 % (1/5)	0,0 % (0/0)	10,0 % (1/10)
	2	0,0 % (0/5)	0,0 % (0/5)	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)
	3	0,0 % (0/5)	20,0 % (1/5)	0,0 % (0/0)	10,0 % (1/10)
	4	0,0 % (0/5)	0,0 % (0/5)	0,0 % (0/0)	0,0 % (0/0)
	5	0,0 % (0/5)	20,0 % (1/5)	0,0 % (0/0)	10,0 % (1/10)

#### 4.3.7 STAUBBADEVERHALTEN IM TAGESVERLAUF

---

Im Tagesverlauf wurde an 24 Beobachtungszeitpunkten (BZ) untersucht ob und wo die Hennen der Anlagen Staubbadeverhalten zeigten. Ab dem Zeitpunkt der Hellphase wurden stündlich (erster BZ 4:30, letzter BZ 17:30) und während der Hauptstaubbadezeit (9:30 bis 14:30) im 20-Minuten-Intervall Beobachtungen durchgeführt. Für die Anlagen A und D, in denen einige Abteile mit LED ausgestattet wurden und andere nicht, werden im Folgenden zunächst alle Abteile gemeinsam berücksichtigt, im Kapitel Lichtmanagement wird dann explizit der Unterschied zwischen diesen Abteilen hinsichtlich des Staubbadeverhaltens herausgearbeitet.

##### 4.3.7.1 ANLAGE A

---

In der Anlage A zeigten im ersten UZR durchschnittlich 2,4 % der Tiere, zu einem Beobachtungszeitpunkt im Tagesverlauf, Staubbadeverhalten (siehe Abbildung 56). 0,4 % staubbadeten in dem dafür vorgesehenen Bereich, der Staubbadematte. 2,0 % zeigten dagegen Staubbadeverhalten auf dem Gitter. Dieses Verhalten war in dieser Anlage im ersten UZR bei signifikant ( $p = 0,0143$ , Fisher-Pitman-Test) mehr Tieren zu beobachten als auf der Staubbadematte.

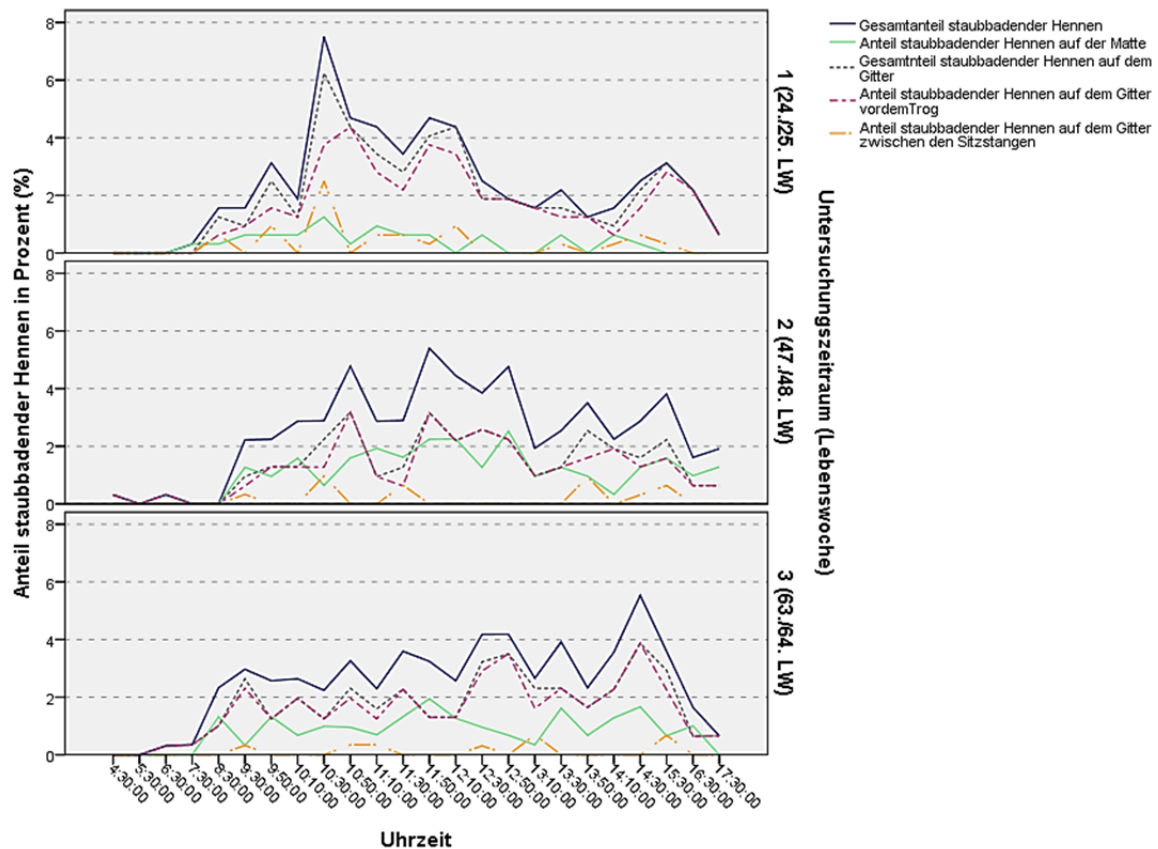
Im zweiten UZR zeigten durchschnittlich 2,5 % der Tiere zu einem Beobachtungszeitpunkt in der Anlage A Staubbadeverhalten. 1,1 % zeigten dieses Verhalten auf der Matte und 1,4 % auf dem Gitter (Unterschied nicht signifikant).

Im dritten UZR setzte sich dieses Verhaltensmuster fort. Es badeten von den durchschnittlich 2,5 % der Hennen, die zu einem Beobachtungszeitpunkt Staubbadeverhalten zeigten, 0,8 % auf der Matte und 1,7 % auf dem Gitter, dies waren signifikant ( $p = 0,0143$ , Fisher-Pitman-Test) mehr als auf der Matte. In der Abbildung 55 sind staubbadende Hennen der Anlage A sichtbar, eine auf der Matte und zwei auf dem Gitter vor dem Trog.

Von den 2,0 % im ersten, 1,4 % im zweiten und 1,7 % der Hennen im dritten UZR die Staubbadeverhalten auf dem Gitter zeigten, wurden durchschnittlich 1,7 % im 1., 1,3 % im 2. und 1,6 % im 3. UZR beobachtet, die dieses Verhalten auf dem Gitter vor dem Trog zeigten. Signifikant weniger Tiere (1. UZR 0,3 %, 2. UZR 0,2 %, 3. UZR 0,1 %;  $p = 0,0143$ , Fisher-Pitman-Test) zeigten das Staubbadeverhalten auf dem Gitter zwischen den Sitzstangen.



**Abbildung 55:** In diesem Bildausschnitt einer Videosequenz des dritten UZR der **Anlage A**, zum **Beobachtungszeitpunkt um 9:30**, sind drei staubbadende Hennen sichtbar – eine auf der Matte und zwei beim Staubbaden auf dem Gitter vor dem Trog.



**Abbildung 56:** Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage A im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%).

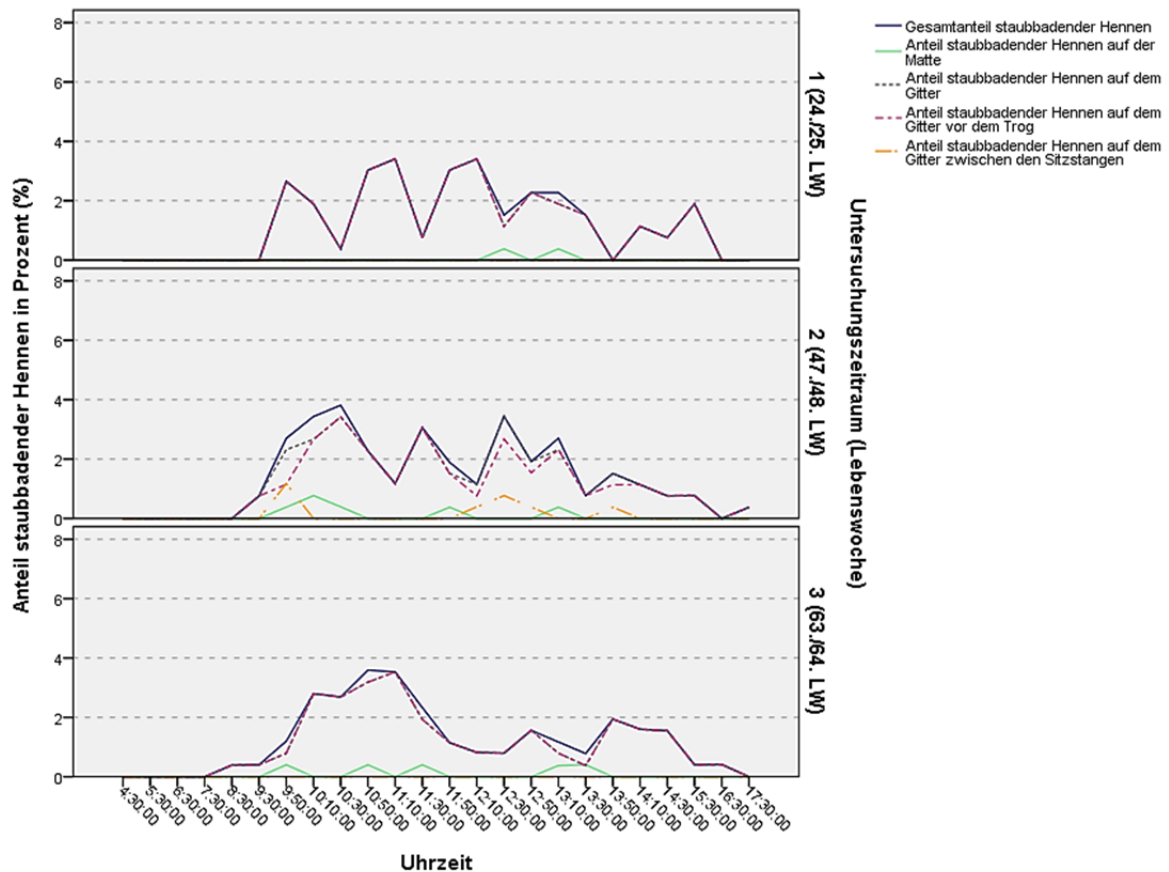
#### 4.3.7.2 ANLAGE B

In der Anlage B wurden im ersten Untersuchungszeitraum 1,3 %, der bei einem Beobachtungszeitpunkt beobachteten Hennen, beim Staubbaden gesehen. Nur 0,03 % der Hennen wurden auf den dafür vorgesehenen Matten beobachtet. 1,2 %, und damit signifikant ( $p = 0,0143$ , Fisher-Pitman-Test) mehr Tiere, zeigten Staubbadeverhalten auf dem Gitter. Wie in der Abbildung 57 deutlich sichtbar, liegen die Linien für „Anteil staubbadender Hennen gesamt“, „Anteil staubbadender Hennen auf dem Gitter“ und „Anteil staubbadender Hennen auf dem Gitter vor dem Trog“ vor allem im ersten Teil des Tagesverlaufes teilweise übereinander, was bedeutet, dass das in diesem Zeitraum beobachtete Staubbadeverhalten ausschließlich auf dem Gitter (vor dem Trog) gezeigt wurde.

Dieses Verhalten konnte auch im zweiten und dritten Untersuchungszeitraum beobachtet werden. Wobei von durchschnittlich 1,4 % im zweiten UZR und durchschnittlich 1,2 % im dritten UZR, der beim Staubbaden beobachteten Hennen, zu einem Beobachtungszeitpunkt

nur 0,1 % (2. und 3. UZR) auf der Matte Staubbadeverhalten zeigte. Der Rest zeigte signifikant ( $p = 0,0143$ , Fisher-Pitman-Test) mehr Staubbadeverhalten auf dem Gitter (2. UZR 1,3 %, 3. UZR 1,1 %, siehe Abbildung 57).

In allen UZR staubbadeten signifikant mehr Hennen, die auf dem Gitter staubbadeten vor dem Trog, als auf dem Gitter zwischen den Sitzstangen, dieser Unterschied war signifikant ( $p = 0,0145$ , Fisher-Pitman-Test).



**Abbildung 57:** Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage B im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%).



#### 4.3.7.3 ANLAGE C

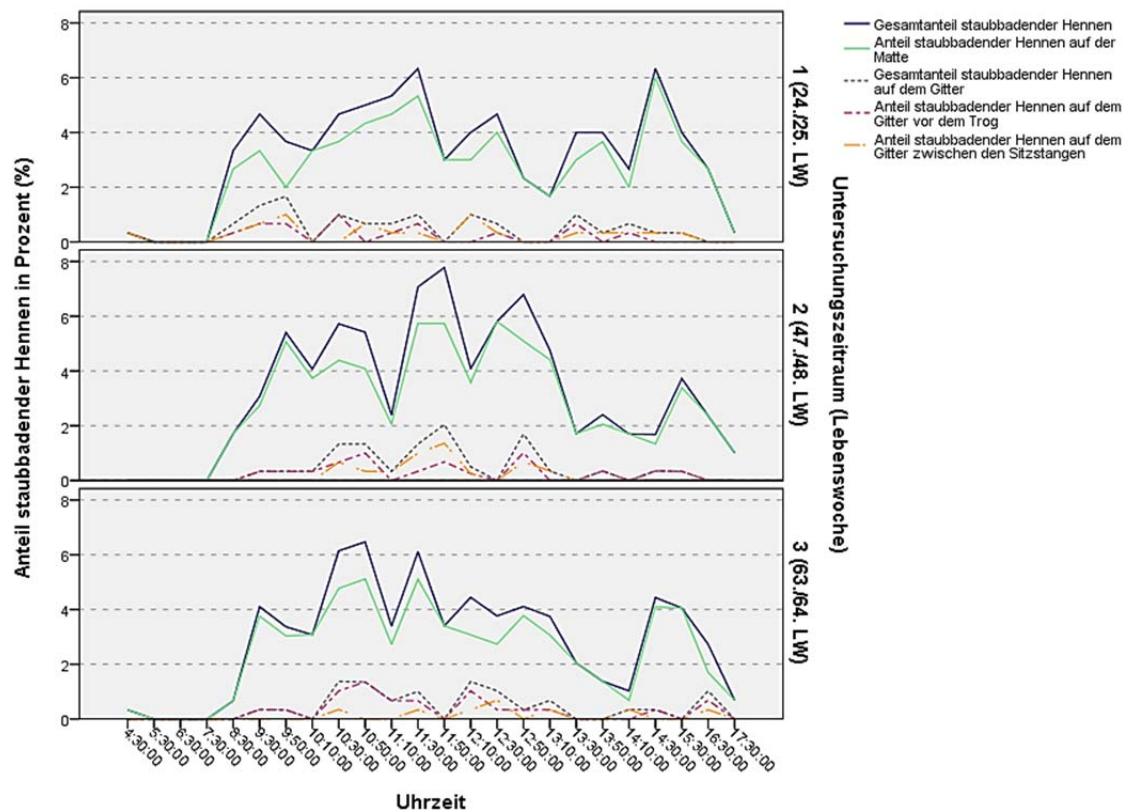
Im Tagesverlauf der Anlage C konnten im ersten UZR durchschnittlich 3,2 % der Tiere, an einem Beobachtungszeitpunkt, beobachtet werden, die Staubbadeverhalten zeigten. 2,7 % zeigten Staubbadeverhalten auf der Matte, dies waren signifikant ( $p \leq 0,05$ , Fisher-Pitman-Test) mehr als die 0,5 % die Staubbadeverhalten auf dem Gitter zeigten (siehe Abbildung 59). In der Abbildung 58 ist eine Henne dargestellt, die Staubbadeverhalten auf der Staubbadematte in der Anlage C zeigt.

Im zweiten UZR wurden von den durchschnittlich 3,3 % zu einem Beobachtungszeitpunkt staubbadenden Hennen der signifikant ( $p \leq 0,05$ , Fisher-Pitman-Test) größere Teil mit 2,8 % beim Staubbaden auf der Matte beobachtet, die restlichen 0,5 % zeigten Staubbadeverhalten auf dem Gitter. Auch im dritten UZR wurde der signifikant ( $p \leq 0,05$ , Fisher-Pitman-Test) größere Anteil (2,5 %), der insgesamt durchschnittlich zu einem Beobachtungszeitpunkt beobachteten 2,9 % staubbadender Hennen, auf der Matte beobachtet.

Der Anteil der staubbadenden Hennen „auf dem Gitter vor dem Trog“ (GT) im Verhältnis zu auf dem „Gitter zwischen den Sitzstangen“ (GS) war im ersten (GT: 0,2 %, GS: 0,3 %) und zweiten UZR ausgewogen (GT: 0,3 %, GS 0,2 %). Im dritten UZR wurden mehr Hennen (0,3 %) beim Staubbaden GT beobachtet (0,1 % GS). Bei diesen Verhältnissen gab es keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ , Fisher-Pitman-Test).



**Abbildung 58:** Staubbadende Hennen in der **Anlage C**. Erkennbar ist die starke Abnutzung der Staubbadematte in der Nähe des Futterrohres welches das Substrat auf die Matte füllt.



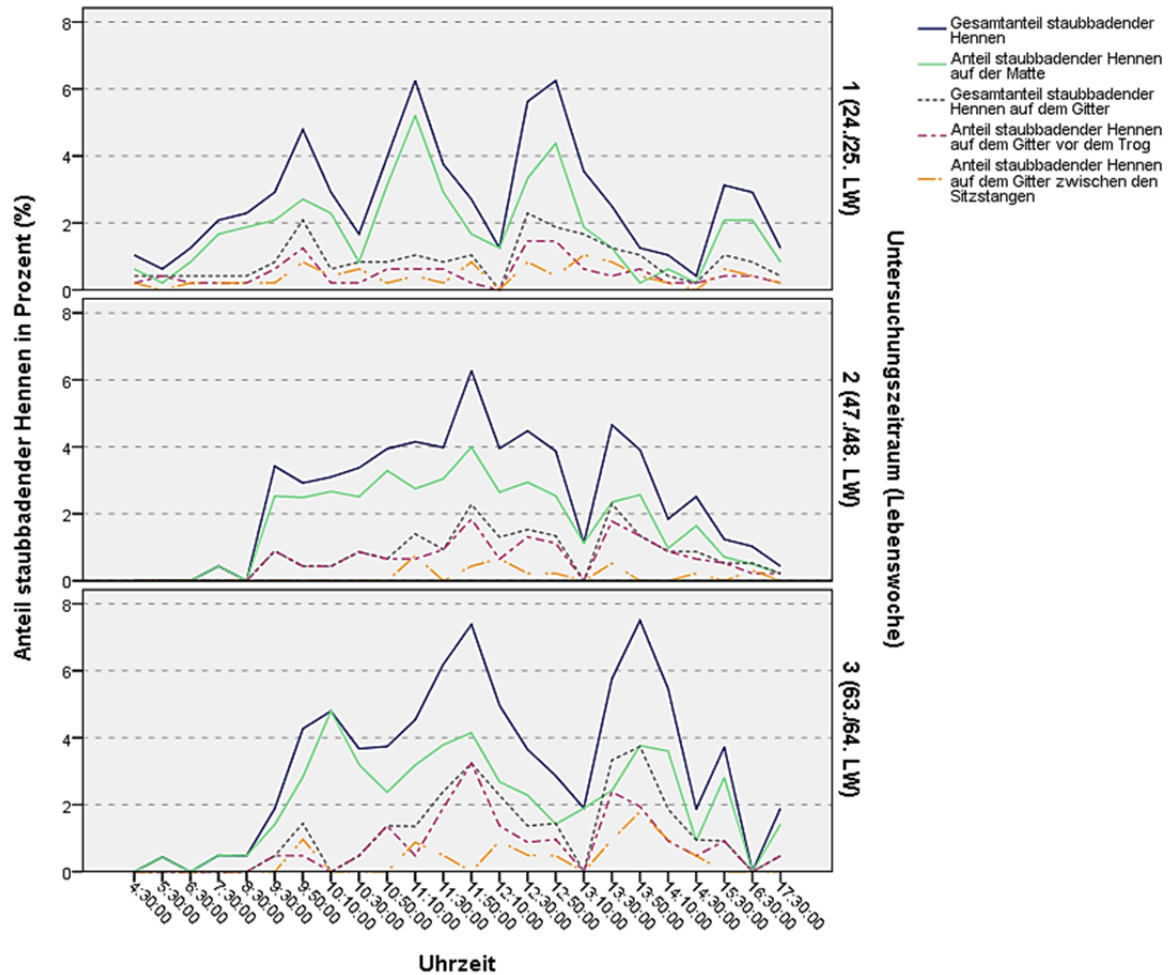
**Abbildung 59:** Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage C im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%).

#### 4.3.7.4 ANLAGE D

In der Anlage D wurden im ersten UZR an einem Beobachtungszeitpunkt durchschnittlich 2,7 % der Hennen beim Staubbaden beobachtet, davon staubbadeten durchschnittlich 1,8 % auf der Matte und 0,9 %, signifikant weniger ( $p = 0,0022$ , Fisher-Pitman-Test), zeigten Staubbadeverhalten auf dem Gitter (siehe Abbildung 60). Im zweiten UZR staubbadeten durchschnittlich zu einem Untersuchungszeitpunkt insgesamt 2,5 % der Hennen, davon 1,7 % und damit signifikant ( $p = 0,0065$ , Fisher-Pitman-Test) mehr Hennen auf der Matte, als die durchschnittlich 0,8 % auf dem Gitter. Im dritten UZR wurden ebenfalls signifikant ( $p \leq 0,05$ , Fisher-Pitman-Test) mehr Tiere beim Staubbaden auf der Matte beobachtet, 2,1 % von den 3,2 % staubbadender Tiere zu einem Beobachtungszeitpunkt. Die restlichen 1,1 % zeigten Staubbadeverhalten auf dem Gitter.

Das Verhältnis der Tiere, die Staubbadeverhalten „auf dem Gitter vor dem Trog“ zu „auf dem Gitter zwischen den Sitzstangen“ zeigten war im ersten UZR ausgewogen und ohne signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ , Fisher-Pitman-Test). Im zweiten und dritten

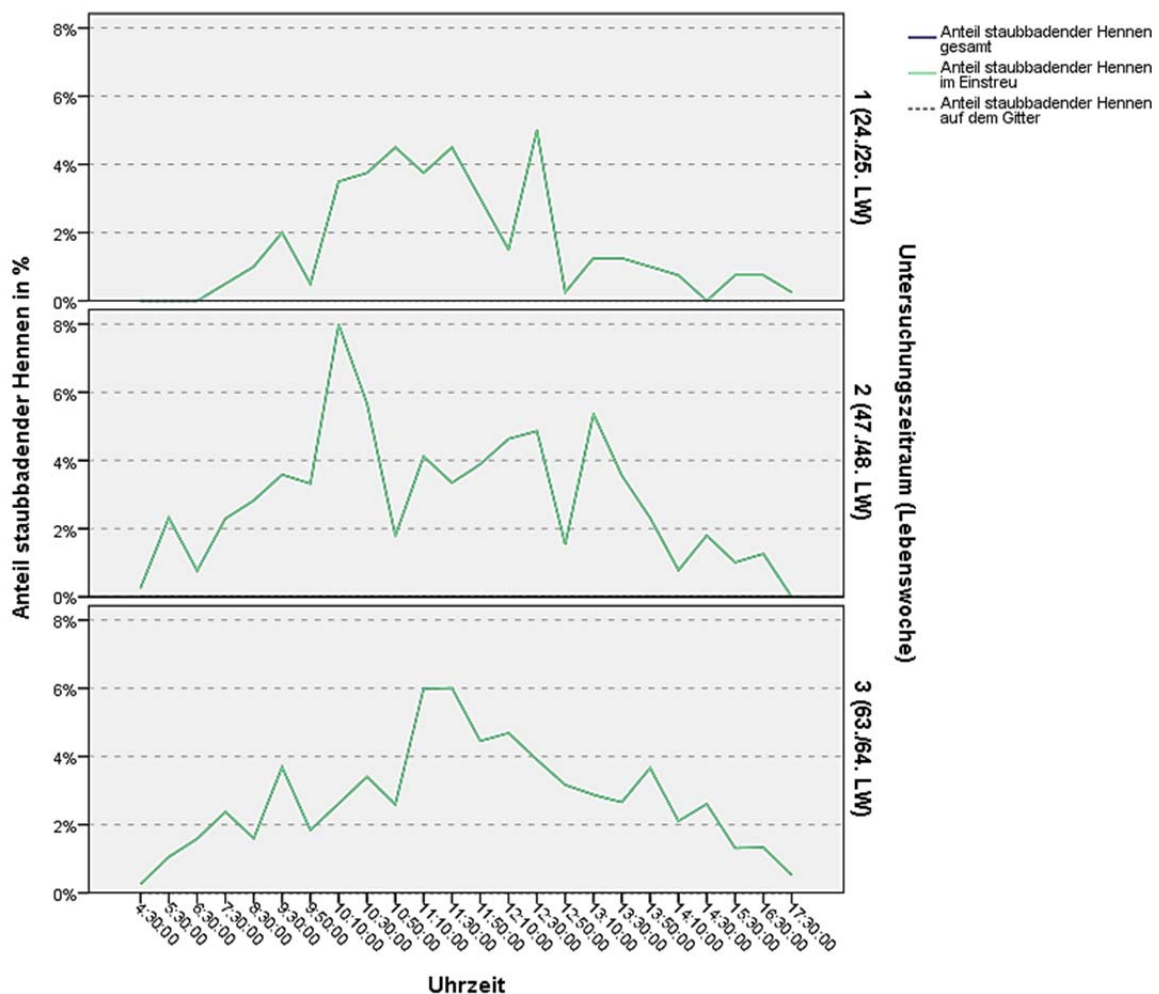
Untersuchungszeitraum staubbadeten von den Tieren, die auf dem Gitter Staubbadeverhalten zeigten, signifikant mehr Tiere „auf dem Gitter vor dem Trog“ als „auf dem Gitter zwischen den Sitzstangen“ (2. UZR  $p = 0,0292$ , 3. UZR  $p \leq 0,05$ , Fisher-Pitman-Test).



**Abbildung 60:** Anteil der staubbadenden Hühner auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage D im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%).

## 4.3.7.5 ANLAGE E

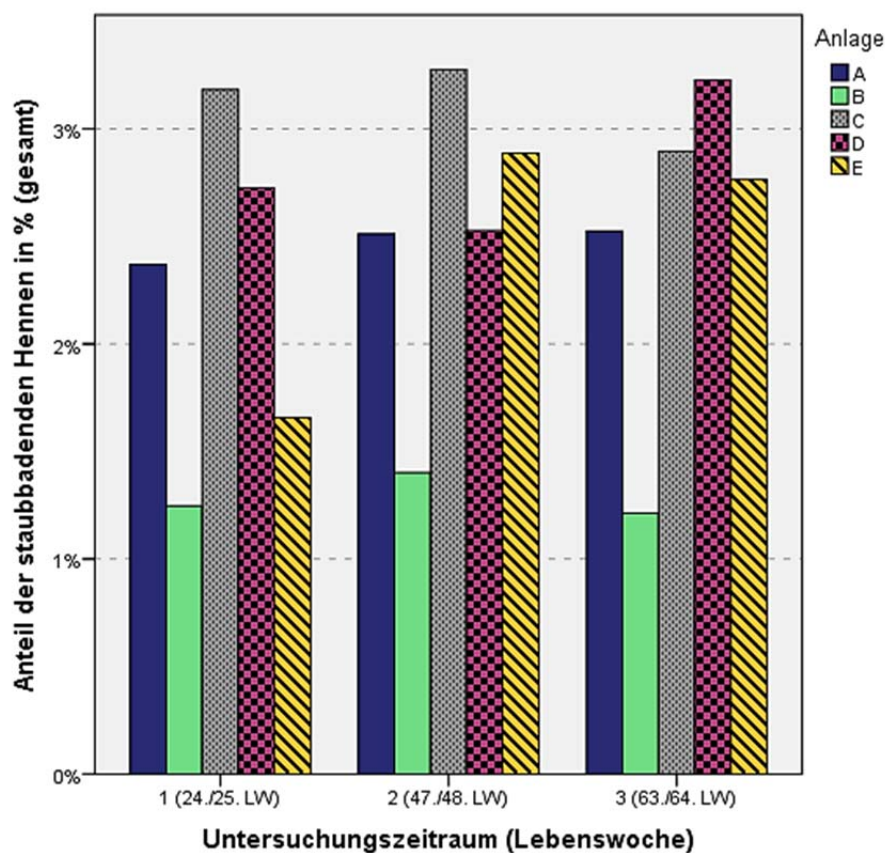
In der Anlage E wurde während allen drei Untersuchungszeiträumen kein Staubbadeverhalten auf dem Gitter beobachtet. In der Abbildung 61 sind die Anteile staubbadender Hennen in der Anlage E dargestellt, die Linien „Anteil staubbadender Hennen gesamt“ und „Anteil staubbadender Hennen im Einstreu“ liegen übereinander. Durchschnittlich wurden im ersten Untersuchungszeitraum zu einem Beobachtungszeitpunkt 1,7 %, im zweiten UZR 2,9 % und im dritten UZR 2,8 % der Tiere in der Voliere (Anlage E) beim Staubbaden beobachtet.



**Abbildung 61:** Anteil der staubbadenden Hennen auf dem Gitter, auf der Staubbadematte und in der gesamten Anlage E im Tagesverlauf über drei Untersuchungszeiträume in Prozent (%).

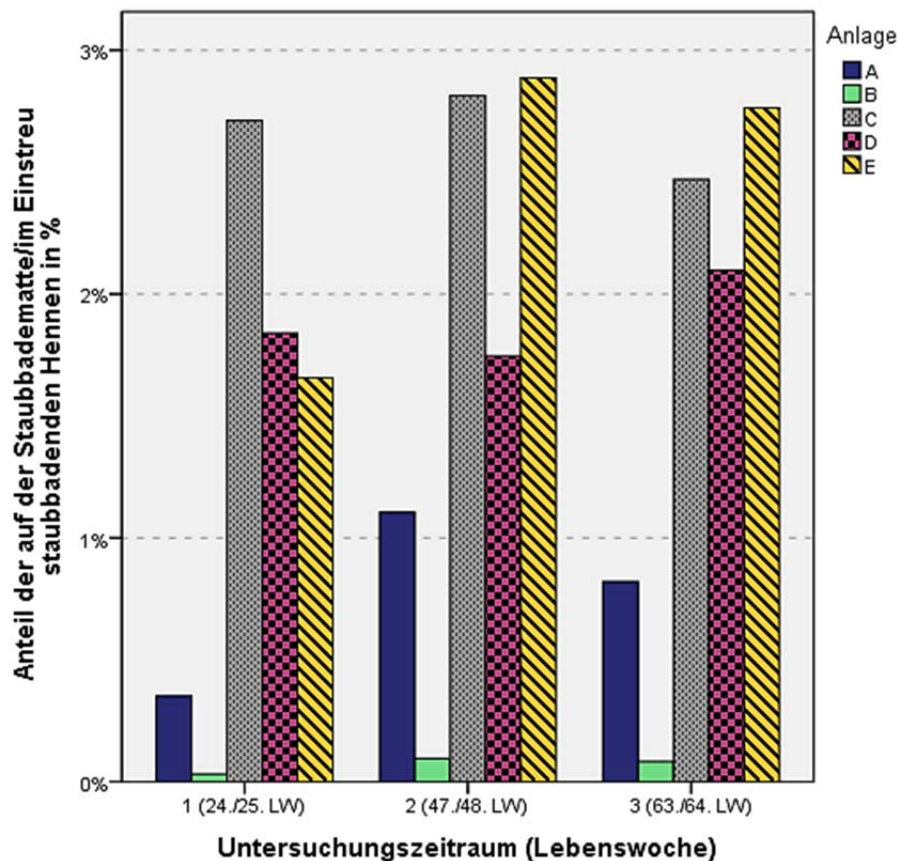
#### 4.3.8 STAUBBADEVERHALTEN AUF DEM GITTER

In der Abbildung 62 ist der durchschnittliche Gesamtanteil der staubbadenden Hennen in den Anlagen A bis E zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf (24 Beobachtungszeitpunkte) eines 48 h Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume dargestellt. Im ersten Untersuchungszeitraum wurden in der Anlage B und E weniger Staubbadesequenzen beobachtet als in den Anlagen A, C und D. Im zweiten und dritten Untersuchungszeitraum wurden in der Anlage B weniger Staubbadesequenzen als in den restlichen Anlagen beobachtet.



**Abbildung 62:** Durchschnittlicher Gesamtanteil (Einstreu und Gitter zusammen) der staubbadenden Hennen in Prozent (%), der Anlagen A bis E, zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume.

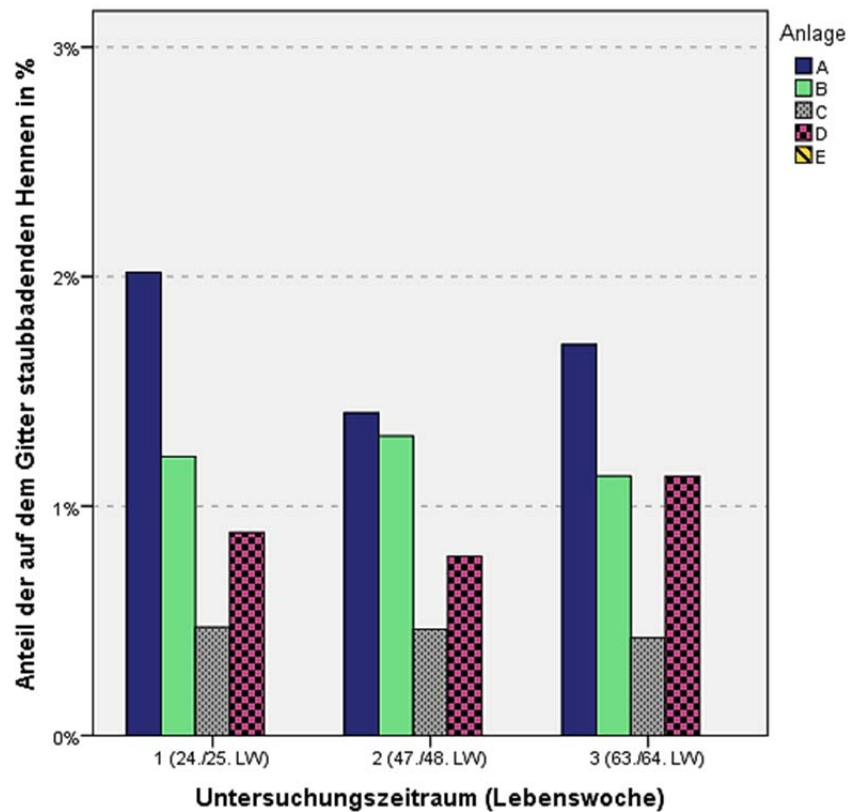




**Abbildung 63:** Durchschnittlicher Anteil der staubbadenden Hennen im Einstreubereich in Prozent (%), in den Anlagen A bis E, zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 h Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume.

In der Abbildung 63 ist der durchschnittliche Anteil staubbadender Hennen auf der Staubbadematte/im Einstreubereich der Anlage A bis E zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 h Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume zu sehen. Deutlich erkennbar ist, dass vor allem in der Anlage B, aber auch in der Anlage A deutlich weniger Staubbadesequenzen auf der Matte beobachtet wurden als in der Anlage C, D und E.

Die Abbildung 64 stellt den durchschnittlichen Anteil der Hennen in den Anlagen A bis E in Prozent dar, die Staubbadeverhalten auf dem Gitter zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 h Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume zeigten. In der Anlage E wurde zu keinem Zeitpunkt Staubbadeverhalten auf dem Gitter beobachtet. In den Anlagen A und B wurde häufiger Staubbadeverhalten auf dem Gitter beobachtet als in der Anlage C.



**Abbildung 64:** Durchschnittlicher Anteil der staubbadenden Hennen auf dem Gitter in Prozent (%) in den Anlagen A bis E zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, gemittelt aus dem Tagesverlauf eines 48 h Beobachtungsintervalls, über drei Untersuchungszeiträume.

## 4.5 LICHTMANAGEMENT/BELEUCHTUNGSSTÄRKEN

---

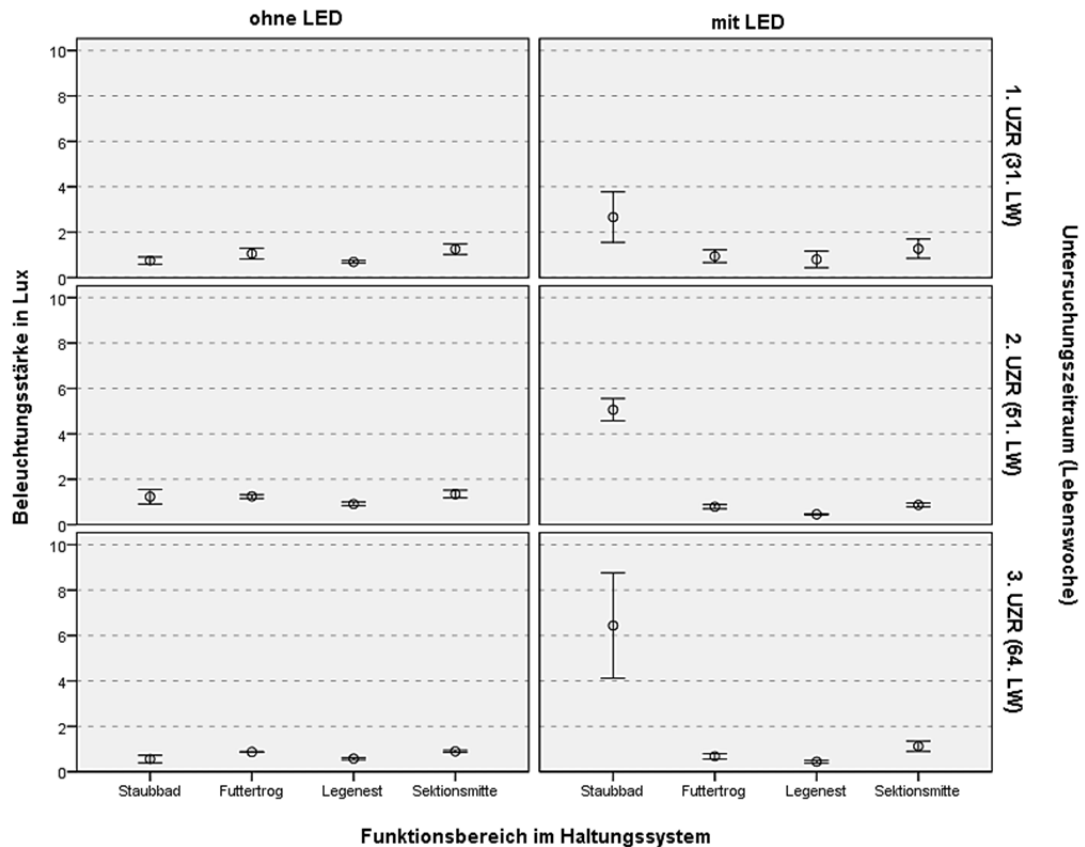
Im Rahmen dieser Dissertation wurden alle Luxmessungen nach dem Prinzip der Würfel- bzw. 6-Ebenen-Messung durchgeführt. Die Werte im folgenden Kapitel sind als durchschnittliche Werte dieser sechs Ebenen und teilweise auch als Mittelwert der Abteile einer Anlage dargestellt. Durchschnittliche Werte dieser sechs Ebenen sind in der Regel niedriger als Einzelmessungen in direkter Richtung zum Licht. Alle entsprechenden Einzelwerte der Messungen sind im Anhang in der Tabelle 50 dargestellt.

### 4.5.1 ANLAGE A

---

Im Verlauf der Legeperiode fand keine deutliche Veränderung der Beleuchtungsstärke (in Lux) in der Anlage A statt (siehe Abbildung 65). Die durchschnittliche Beleuchtungsstärke überschritt in der Anlage A in keinem Abteil ohne LED-Lichtrohr, zu keinem Messzeitpunkt und in keinem Funktionsbereich einen durchschnittlichen Wert von 1,6 Lux, in Abteilen mit LED Lichtrohr konnten durchschnittlich maximal 8,8 Lux erreicht werden (siehe im Anhang Tabelle 50, Luxmessungen). Als Mittelwert der Abteile ohne LED-Lichtrohr wurden durchschnittlich in den Bereichen Staubbad 0,9 Lux, Futtertrog 1,1 Lux, in der Sektionsmitte 1,2 Lux und im Legenest 0,7 Lux gemessen. In den Abteilen mit LED-Lichtrohr über dem Staubbadebereich war die Beleuchtungsstärke mit durchschnittlich 4,7 Lux als Mittelwert der Abteile im Staubbad zu allen Messzeitpunkten etwas höher als in den anderen Funktionsbereichen und den Abteilen ohne LED-Lichtrohr (siehe auch Tabelle 24 sowie im Anhang Tabelle 50, Luxmessungen).

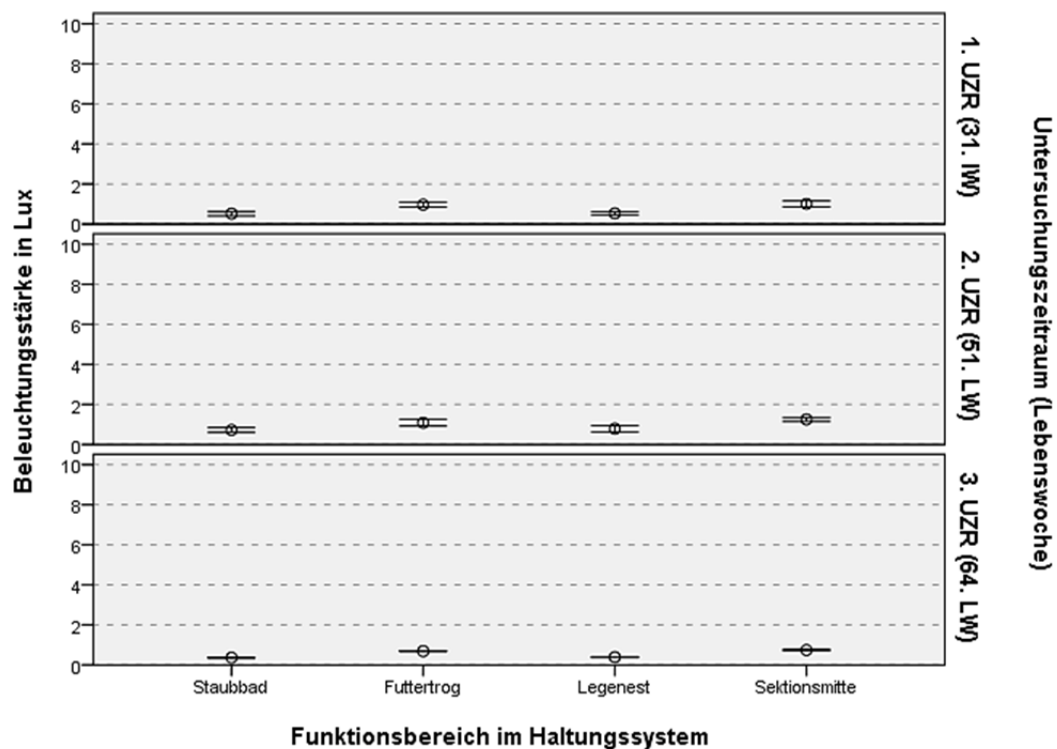




**Abbildung 65:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage A über drei Untersuchungszeiträume (UZR) mit jeweils 15 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Links Abteile ohne LED (n = 2) über dem Staubbad, rechts Abteile mit LED (n = 2) über dem Staubbad.

#### 4.5.2 ANLAGE B

Die Beleuchtungsstärke in der Anlage B überschritt in keinem Abteil, zu keinem Messzeitpunkt und in keinem Funktionsbereich einen durchschnittlichen Wert von 1,5 Lux. Die mittlere Beleuchtungsstärke eines Abteils in den Bereichen Staubbad, Futtertrog und Sektionsmitte lag durchschnittlich bei 0,9 Lux, 1,1 Lux und 1,2 Lux. Im Legenest wurden im Mittel der Abteile durchschnittlich 0,7 Lux gemessen (siehe Abbildung 66 und Tabelle 24 sowie im Anhang Tabelle 50).

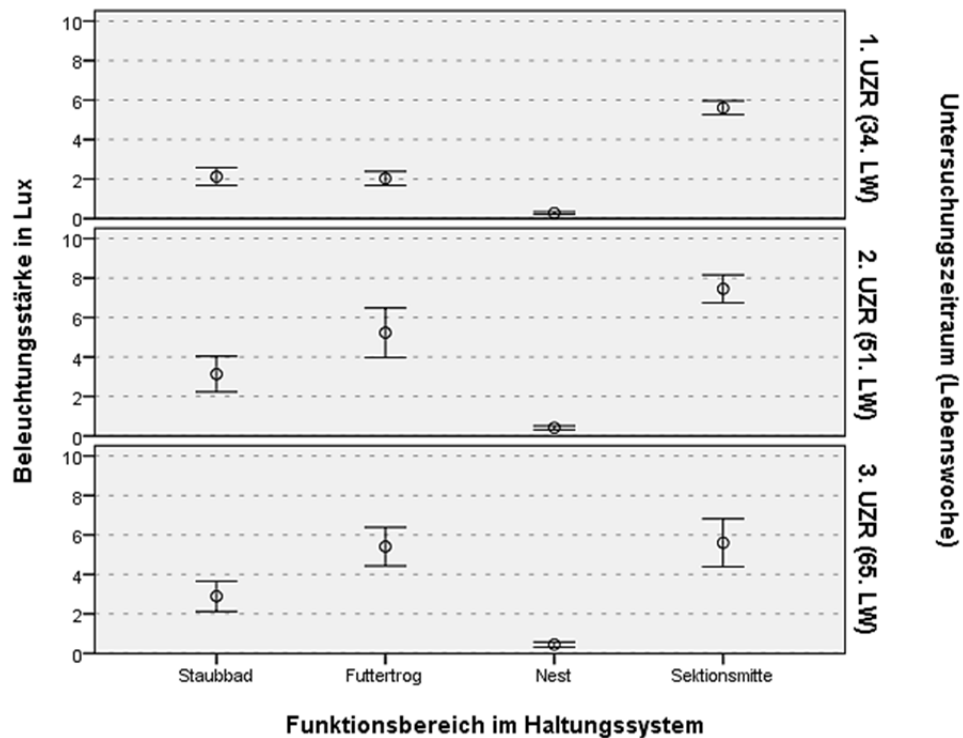


**Abbildung 66:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage B (n = 4) über drei Untersuchungszeiträume (UZR) mit jeweils 15 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer.

#### 4.5.3 ANLAGE C

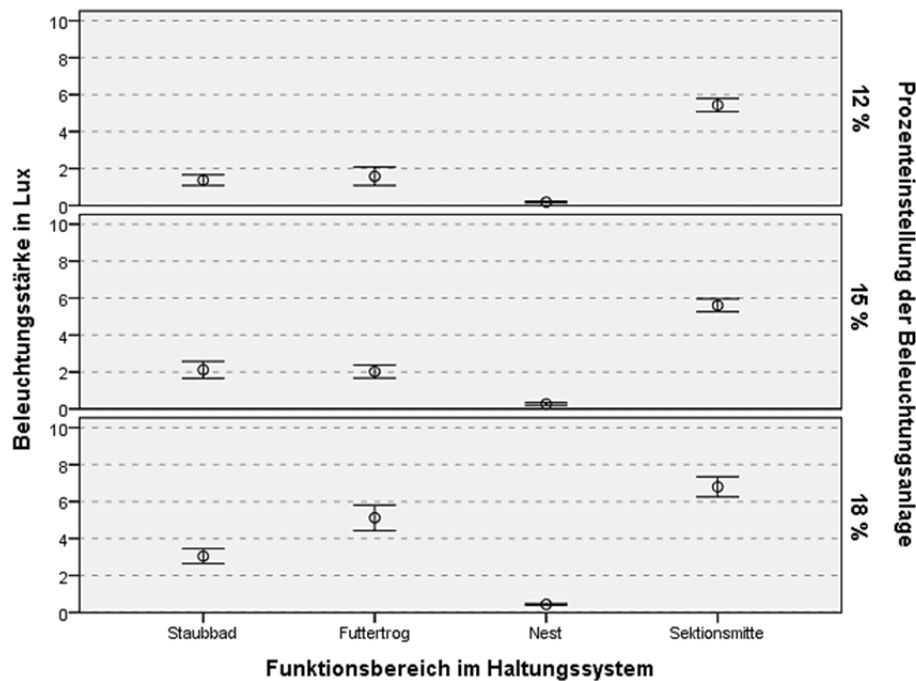
In der Anlage C wurde im Verlauf der Legeperiode die Lichtintensität am SLS-1 Beleuchtungscomputer von 12 % zum Zeitpunkt der Einstellung auf bis zu 18 % in der 38. Lebenswoche erhöht (eine detaillierte Darstellung des Lichtprogramms ist in der Tabelle 3 zu finden). Die Messung der Beleuchtungsstärke fand in der 34. Lebenswoche bei 12 %, 15 % und 18 % und in der 51. und 65. Lebenswoche nur bei 18 % statt.

Im Mittel konnten in keinem UZR und keinem Funktionsbereich in den Abteilen der Anlage C durchschnittliche Werte von über 8,4 Lux gemessen werden (siehe Abbildung 67 und Abbildung 68).



**Abbildung 67:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage C (n = 3) über drei Untersuchungszeiträume (UZR), im ersten UZR bei 15 %, im zweiten und dritten UZR bei 18 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer.

Bei 12 % der maximalen Lichtintensität des SLS-1 konnten nur in der Sektionsmitte als Mittelwert der Abteile Beleuchtungsstärken von durchschnittlich 5,4 Lux erreicht werden, im Bereich des Staubbades und am Futtertrog betrug der Mittelwert der Beleuchtungsstärke der Abteile bei 12 % Lichtintensität durchschnittlich 1,4 Lux und 1,6 Lux. Bei 18 % der maximalen Lichtintensität konnten im Mittel in der Sektionsmitte und im Bereich des Futtertroges dagegen Werte von durchschnittlich 6,8 Lux und 5,1 Lux und im Bereich des Staubbades durchschnittlich 3,0 Lux gemessen werden (siehe Abbildung 68 sowie Tabelle 24 und im Anhang Tabelle 50).



**Abbildung 68:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage C bei drei möglichen Lichtintensitäten: 12 %, 15 % und 18 % der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer (12 % n = 3, 15 % n = 3, 18 % n = 9).

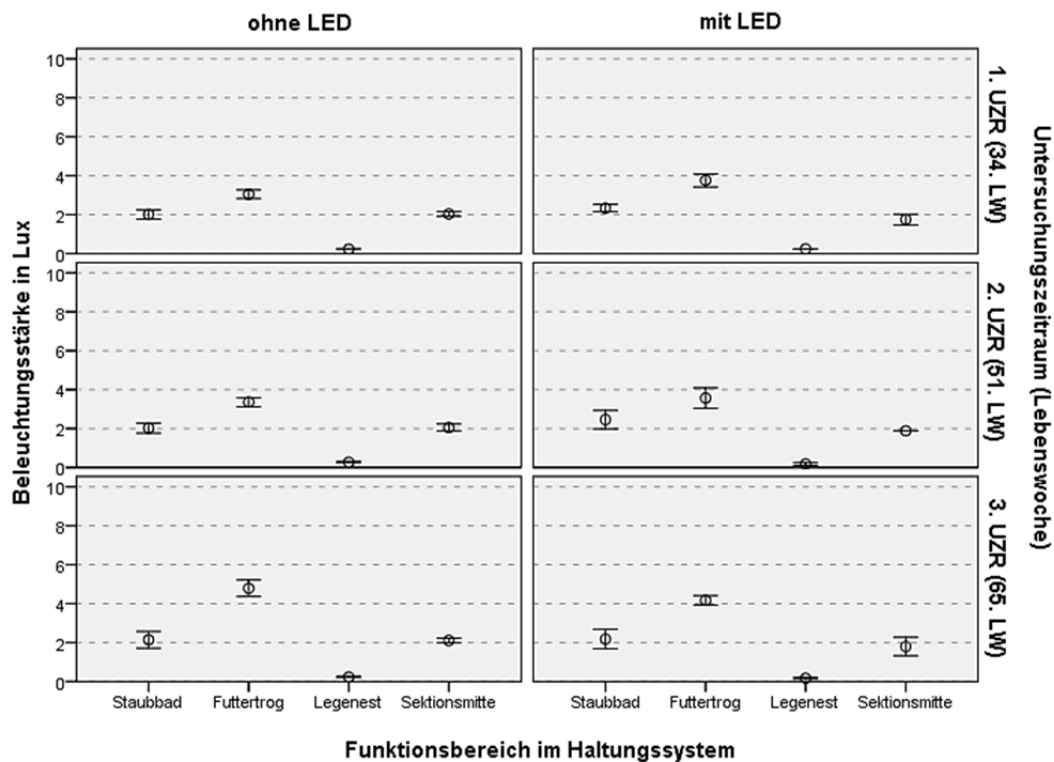
#### 4.5.4 ANLAGE D

In der Anlage D wurde in der 34. Lebenswoche die Beleuchtungsstärke bei 12 %, 15 % und 18 %, in der 51. und 65. Lebenswoche nur bei 15 % der maximalen Lichtintensität des SLS-1 gemessen. Die Beleuchtungsstärke bei 15 % der maximalen Lichtintensität veränderte sich im Verlauf der Legeperiode nicht stark und unterschied sich kaum zwischen Abteilen mit LED zu denen ohne LED. In Abteilen ohne LED wurde im Mittel bei 15 % Lichtintensität in der Sektionsmitte und im Bereich des Staubbades durchschnittlich 2,1 Lux und am Futtertrog durchschnittlich 3,7 Lux gemessen, in Abteilen mit LED wurden im Mittel in der Sektionsmitte durchschnittlich 1,8 Lux, im Bereich des Staubbades durchschnittlich 2,3 Lux und am Futtertrog durchschnittlich 3,8 Lux gemessen (siehe Abbildung 69 und Tabelle 24).

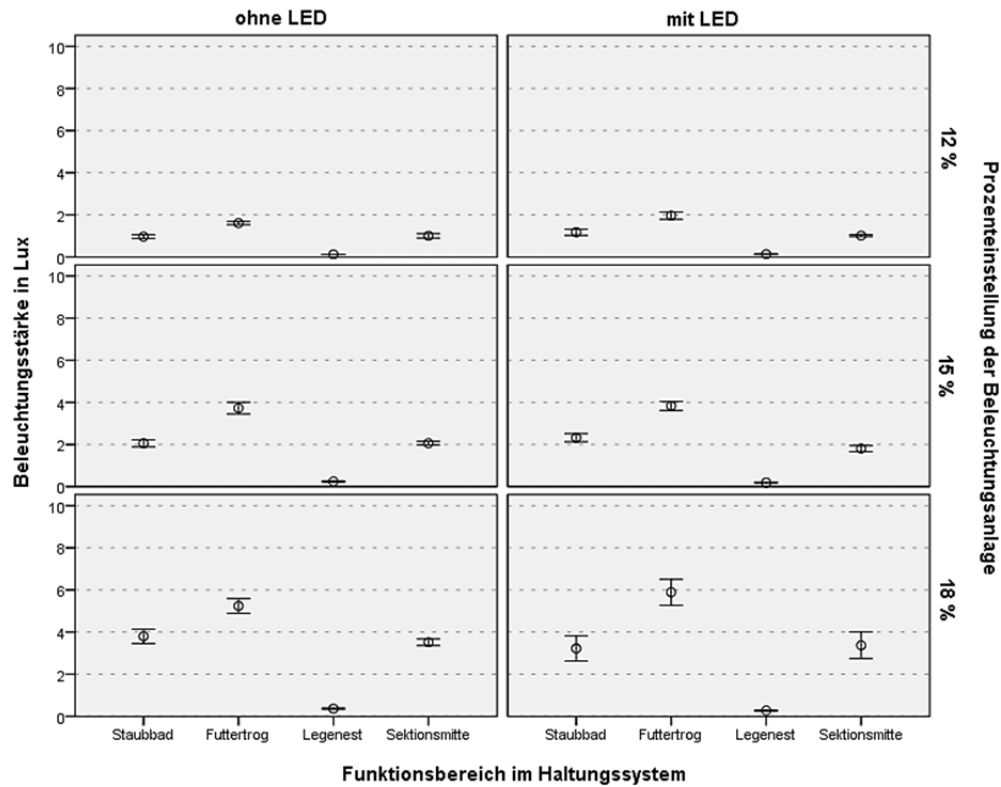
Die maximal gemessene Beleuchtungsstärke der Anlage D wurde in einem Abteil mit LED-Schläuchen am Futtertrog gemessen und betrug durchschnittlich 6,5 Lux (bei 18 % Lichtintensität am SLS-1).

Beim Vergleich der verschiedenen Beleuchtungsstärken bei 12 %, 15 % und 18 % der maximalen Lichtintensität des SLS-1 und der Abteile mit und ohne LED über dem Bereich des Staubbades wurde zunächst kein deutlicher Unterschied zwischen Abteilen mit und ohne LED ersichtlich (siehe Abbildung 70).

Zu allen Messzeitpunkten wurden am Futtertrog die höchsten durchschnittlichen Lux Werte gemessen. Bei einer Lichtintensität von 12 % wurden als Mittelwerte der Abteile am Futtertrog in Abteilen ohne LED und auch in den Abteilen mit LED durchschnittlich 1,0 Lux gemessen. Bei 15 % der max. Lichtintensität wurde als Mittelwert der Abteile ohne LED durchschnittlich 3,7 Lux, in Abteilen mit LED durchschnittlich 3,8 Lux und bei 18 % der max. Lichtintensität als Mittelwert der Abteile ohne LED durchschnittlich 5,2 Lux und als Mittelwert der Abteile mit LED durchschnittlich 5,9 Lux gemessen.



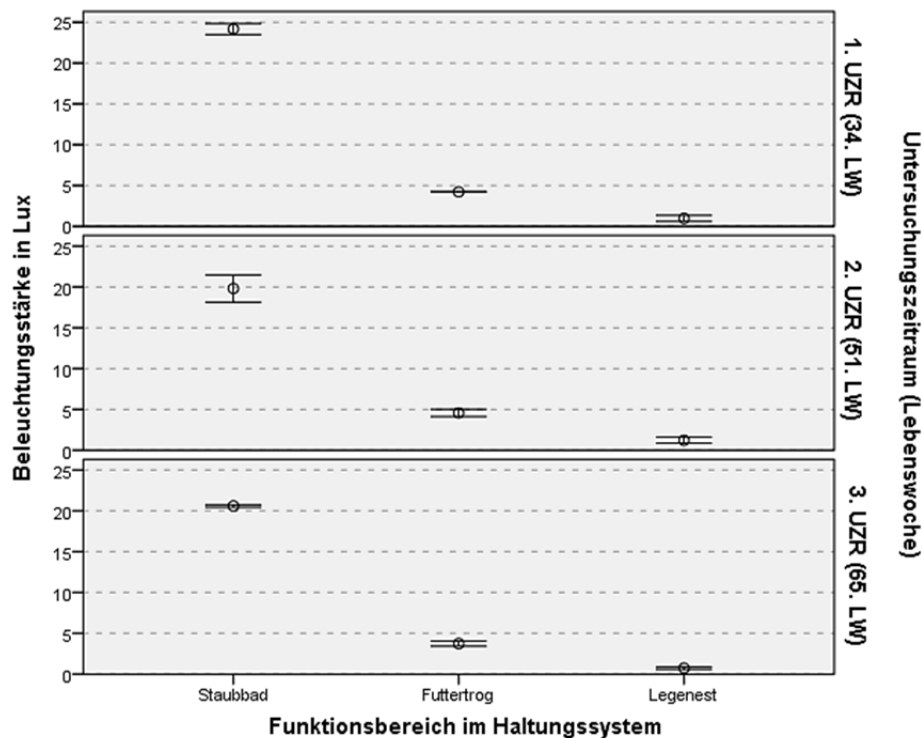
**Abbildung 69:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage D über drei Untersuchungszeiträume (UZR), im ersten, zweiten und dritten UZR bei 15 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer, Links Abteile ohne (n = 4), rechts Abteile mit LED (n = 2) über dem Staubbad.



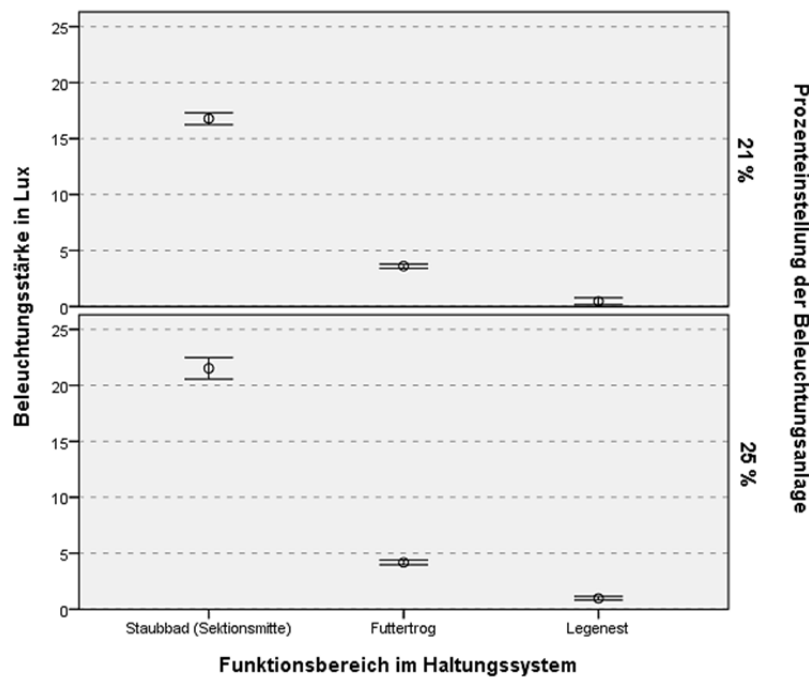
**Abbildung 70:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage D bei den drei möglichen Lichtintensitäten 12 %, 15 % und 18 %, der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Links Abteile ohne, Rechts Abteile mit LED über dem Staubbad (ohne LED 12 % n = 4, 15 % n = 12, 18 % n = 4; mit LED 12 % n = 2, 15 % n = 6, 18 % n = 2).

## 4.5.5 ANLAGE E

In der Anlage E wurde in der 34. Lebenswoche die Beleuchtungsstärke bei 21 % und 25 % und in der 51. und 65. Lebenswoche bei 25 % der maximalen Lichtintensität des SLS-1 gemessen. Bei 21 % der maximalen Lichtintensität konnten im Mittel im Bereich des Staubbades und der Sektionsmitte durchschnittlich 16,8 Lux und am Futtertrog durchschnittlich 3,6 Lux gemessen werden (Abbildung 72 und Tabelle 24). Bei 25 % der maximalen Lichtintensität wurden im Mittel in den Abteilen der Anlage E im Bereich des Staubbades und der Sektionsmitte durchschnittlich 21,5 Lux und am Futtertrog durchschnittlich 4,2 Lux gemessen (Abbildung 71 und Abbildung 72 sowie Tabelle 24).



**Abbildung 71:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage E ( $n = 2$ ) über drei Untersuchungszeiträume (UZR), im ersten, zweiten und dritten UZR bei 25 % Licht der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Der Bereich „Staubbad“ entspricht dem Bereich „Sektionsmitte“. Die Skala ist gegenüber den Abbildungen 65 bis 70 verändert.



**Abbildung 72:** Darstellung der Beleuchtungsstärke in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlage E bei zwei möglichen Lichtintensitäten, 21 % ( $n = 2$ ) und 25 % ( $n = 6$ ) der maximalen Lichtintensität des SLS-1 Beleuchtungscomputer. Der Bereich „Staubbad“ entspricht dem Bereich „Sektionsmitte“. Die Skala ist gegenüber den Abbildungen 65 bis 70 verändert.

#### 4.5.6 VERGLEICH DER ANLAGEN BEZÜGLICH DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

Die Tabelle 24 gibt eine Gesamtübersicht über die durchschnittlichen Lux-Werte in den verschiedenen Funktionsbereichen der Anlagen A bis E, unterteilt als Mittelwerte der Abteile mit und ohne LED, zu den drei Untersuchungszeitpunkten bei den in der Legeperiode eingestellten maximalen Lichtintensitäten der SLS-1 Beleuchtungscomputer. In der Anlage A war eine deutliche Steigerung der durchschnittlichen Lux-Werte im Bereich des Staubbades, mit der Installation von LED-Rohren über diesem, möglich. Die niedrigsten durchschnittlichen Lux-Werte wurden im Verlauf der Legeperiode in der Anlage B gemessen. In der Anlage D wurde keine Steigerung der Lichtintensität durch die Installation von LED-Rohren über dem Staubbad erreicht. Die höchsten durchschnittlichen Lux-Werte (als Mittelwerte der Abteile) wurden für den Funktionsbereich „Staubbad“ zu allen Untersuchungszeiträumen in der Anlage E ermittelt. Die Einzelmesswerte für jede Anlage und jeden Funktionsbereich sind im Anhang in der Tabelle 50 dargestellt.



**Tabelle 24:** Übersicht über die durchschnittlichen Lux-Werte der Anlagen A bis E in den verschiedenen Funktionsbereichen (Sektionsmitte, Staubbad, Futtertrog und Legenest) zu den drei Untersuchungszeiträumen bei den verschiedenen Einstellungen der Lichtintensität am SLS-1 (12 %, 15 %, 18 %, 21 % und 25 %).

	Anlage A		Anlage B	Anlage C			Anlage D						Anlage E	
	mit LED	ohne LED	ohne LED	mit LED			ohne LED			mit LED			ohne LED	
	15 %	15 %	15 %	12 %	15 %	18 %	12 %	15 %	18 %	12 %	15 %	18 %	21 %	25 %
	n = 2	n = 2	n = 4	n = 3	n = 3	n = 3	n = 4	n = 4	n = 4	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2	n = 2
<b>1. Untersuchungszeitraum (31/34. LW)</b>														
<b>Sektionsmitte</b>	1,27	1,25	1,00	5,44	5,61	7,34	1,00	2,03	3,52	1,01	1,75	3,37	16,78	24,17
<b>Staubbad</b>	2,66	0,75	0,52	1,37	2,12	3,11	0,97	2,01	3,80	1,18	2,33	3,22		
<b>Futtertrog</b>	0,94	1,05	0,96	1,58	2,03	4,74	1,61	3,05	5,24	1,96	3,76	5,89	3,61	4,22
<b>Legenest</b>	0,80	0,69	0,53	0,18	0,27	0,44	0,12	0,23	0,36	0,13	0,24	0,27	0,46	0,96
<b>2. Untersuchungszeitraum (51. LW)</b>														
<b>Sektionsmitte</b>	0,87	1,35	1,25	-	-	7,45	-	2,05	-	-	1,88	-	-	19,81
<b>Staubbad</b>	5,06	1,23	0,72	-	-	3,13	-	2,02	-	-	2,46	-		
<b>Futtertrog</b>	0,79	1,25	1,08	-	-	5,22	-	3,36	-	-	3,57	-	-	4,56
<b>Legenest</b>	0,45	0,91	0,79	-	-	0,41	-	0,28	-	-	0,19	-	-	1,22
<b>3. Untersuchungszeitraum (64./65. LW)</b>														
<b>Sektionsmitte</b>	1,13	0,90	0,74	-	-	5,60	-	2,11	-	-	1,80	-	-	20,59
<b>Staubbad</b>	6,44	0,56	0,36	-	-	2,89	-	2,14	-	-	2,18	-		
<b>Futtertrog</b>	0,68	0,87	0,69	-	-	5,41	-	4,79	-	-	4,17	-	-	3,74
<b>Legenest</b>	0,44	0,58	0,39	-	-	0,45	-	0,23	-	-	0,17	-	-	0,73

#### 4.5.7 LICHTEINSTELLUNG IM VERLAUF DER LEGEPERIODE

---

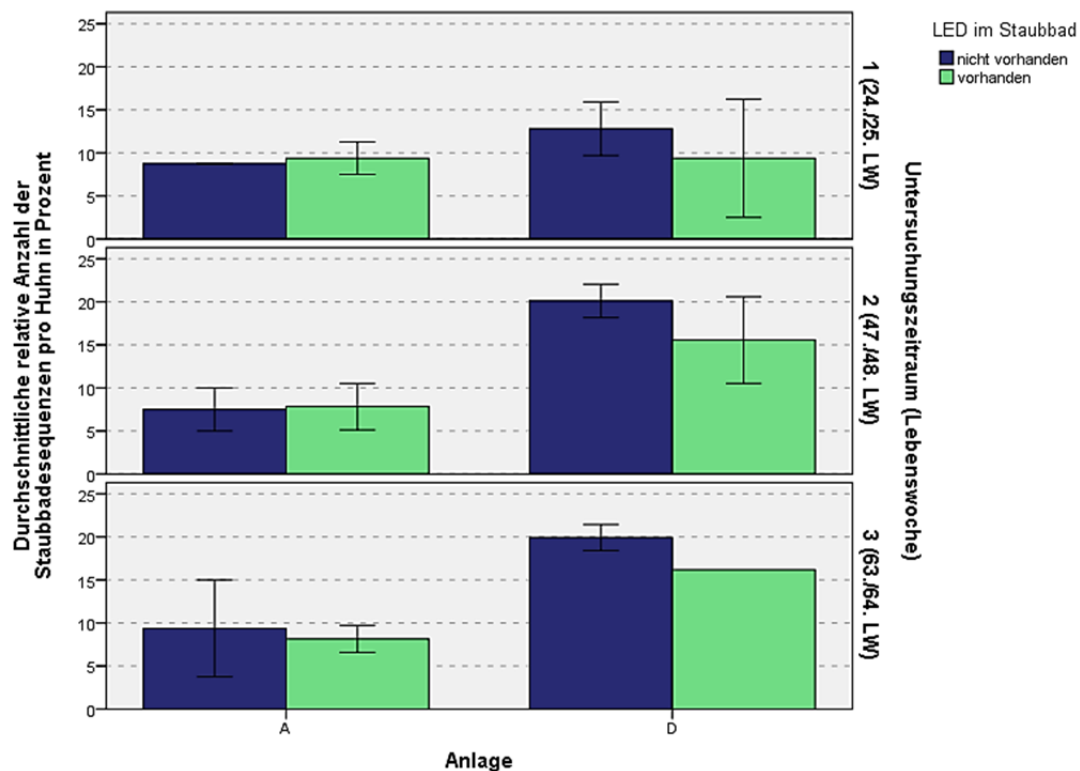
Die prozentuale Einstellung der Lichtintensität am Beleuchtungscomputer im Verlauf der Legeperiode der Anlagen A bis E wurde bereits in der Tabelle 2 und Tabelle 3 im Material und Methodenteil dieser Arbeit dargestellt. Die Hennen in der Anlagen A und B wurden bei 15 % der maximalen (max.) Lichtintensität eingestallt und wurden über die gesamte Legeperiode bei dieser Lichtintensität gehalten. Die Legehennen in der Anlage C und D wurden bei 12 % der max. Lichtintensität eingestallt, im zweiten Legemonat wurde die Lichtintensität auf 15 % und im fünften Legemonat auf 18 % der max. Lichtintensität erhöht. In der Anlage D wurde im sechsten Legemonat die Beleuchtung wieder auf 15 % der max. Lichtintensität reduziert. Die Junghennen der Anlage E wurden zunächst bei einer Beleuchtungsintensität von 21 % der max. Lichtintensität eingestallt, im zweiten Legemonat wurde die Lichtintensität auf 25 % der max. Lichtintensität erhöht und für den Rest der Legeperiode dabei belassen.

#### 4.5.8 LICHTMANAGEMENT AM BEISPIEL DER ANLAGEN A UND D

---

In den Anlage A und D wurden in einigen Abteilen LED Rohre über dem Bereich des Staubbades installiert. In der Abbildung 73 ist die Staubbadeaktivität im Staubbadebereich als durchschnittliche Anzahl der Staubbadesequenzen pro Huhn in Prozent im Tageszeitraum III (60 Minuten im Anschluss an das erste Einstreuintervall des Tages) über drei Untersuchungszeiträume vergleichend für Abteile mit und ohne zusätzliche LED in den Anlagen A und D dargestellt.

In der Anlage A wurden im ersten Untersuchungszeitraum durchschnittlich 8,75 % Staubbadesequenzen pro Huhn im Zeitraum III in Abteilen ohne LED (n = 2) und 9,38 % in Abteilen mit LED (n = 2) beobachtet. Im zweiten und dritten UZR wurden in Abteilen ohne LED 7,50 % (2. UZR; n = 2) und 9,38 % (3. UZR; n = 2) und in Abteilen mit LED 7,38 % (2. UZR; n = 2) und 8,15 % (3. UZR; n = 2) Staubbadesequenzen pro Huhn im TZ III beobachtet.



**Abbildung 73:** Vergleich der Staubbadeaktivität als durchschnittliche relative Anzahl der Staubbadesequenzen pro Huhn in Prozent, mit dem einfachen Standardfehler des Mittelwertes, vergleichend in den Abteilen mit und ohne LED, der Anlagen A (jeweils  $n = 2$ ) und D (1. und 2. UZR ohne LED  $n = 4$ ; mit LED  $n = 2$ ; 3. UZR ohne LED  $n = 2$ ; mit LED  $n = 1$ ), im Tageszeitraum III über drei Untersuchungszeiträume.

In der Anlage D wurden im ersten UZR 12,81 % Staubbadesequenzen pro Huhn in Abteilen ohne LED ( $n = 4$ ) und 9,38 % Staubbadesequenzen pro Huhn in Abteilen mit LED ( $n = 2$ ) beobachtet. Im zweiten UZR wurden 20,11 % Staubbadesequenzen in Abteilen ohne LED ( $n = 4$ ) und 15,56 % Staubbadesequenzen in Abteilen mit LED ( $n = 2$ ) beobachtet. Im dritten UZR wurden durchschnittlich 19,92 % Staubbadesequenzen pro Huhn in Abteilen ohne LED ( $n = 2$ ) und 16,18 % in Abteilen mit LED ( $n = 1$ ) im TZ III beobachtet.

In der Tabelle 25 sind die Gesamtanteile staubbadender Hennen im Tagesverlauf sowie die Anteile staubbadender Hennen auf der Matte und dem Gitter der Abteile ohne und mit LED der Anlagen A und D dargestellt. In der Anlage A wurden im zweiten und dritten UZR insgesamt mehr Hennen beim Staubbaden in Abteilen mit LED als in Abteilen ohne LED beobachtet. In allen Untersuchungszeiträumen wurden in Abteilen mit LED mehr Hennen beim Staubbaden auf der Staubbadematte beobachtet. In der Anlage D wurden in allen UZR mehr Hennen beim Staubbaden insgesamt in Abteilen ohne LED gegenüber Abteilen mit LED beobachtet.

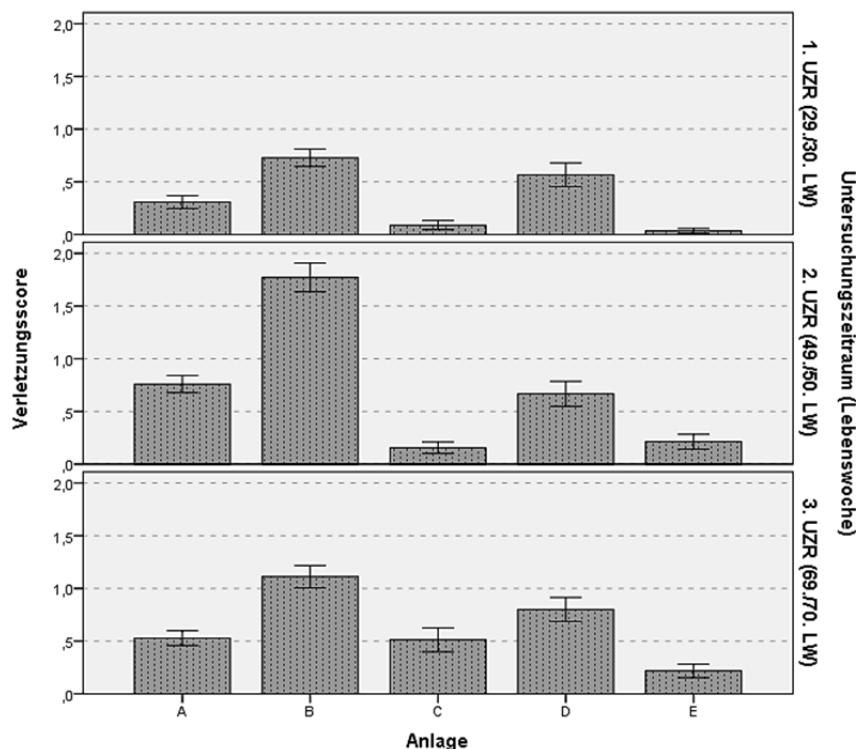
**Tabelle 25:** Vergleich der Abteile mit und ohne LED der Anlagen A und D als Gesamtanteil der beobachteten Hennen in **Prozent (%)** und als absolute Zahl (in Klammern), die im Tagesverlauf Staubbadeverhalten insgesamt, auf der Matte und auf dem Gitter zeigten im Verlauf der drei Untersuchungszeiträume, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall.

	Anlage A		Anlage D	
	ohne LED	mit LED	ohne LED	mit LED
<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>				
	<b>Beobachtete Hennen</b>	<b>Beobachtete Hennen</b>	<b>Beobachtete Hennen</b>	<b>Beobachtete Hennen</b>
<b>Gesamtanteil SB Hennen</b>	<b>62,5 %</b> (50,0/80)	<b>51,3 %</b> (41,0/80)	<b>65,6 %</b> (105,0/160)	<b>65,0 %</b> (52,0/80)
<b>Anteil SB Hennen auf der Matte</b>	<b>6,3 %</b> (5,0/80)	<b>10,6 %</b> (8,5/80)	<b>41,6 %</b> (66,5/160)	<b>49,4 %</b> (39,5/80)
<b>Anteil der SB Hennen auf dem Gitter</b>	<b>56,3 %</b> (45,0/80)	<b>40,6 %</b> (32,5/80)	<b>24,1 %</b> (38,5/160)	<b>15,6 %</b> (12,5/80)
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>				
<b>Gesamtanteil SB Hennen</b>	<b>53,1 %</b> (42,5/80)	<b>67,5 %</b> (52/77)	<b>67,5 %</b> (92,5/137)	<b>51,4 %</b> (37,0/72)
<b>Anteil SB Hennen auf der Matte</b>	<b>22,5 %</b> (18,0/80)	<b>30,5 %</b> (23,5/77)	<b>46,4 %</b> (63,5/137)	<b>34,0 %</b> (24,5/72)
<b>Anteil der SB Hennen auf dem Gitter</b>	<b>30,6 %</b> (24,5/80)	<b>37,0 %</b> (28,5/77)	<b>21,2 %</b> (29,0/137)	<b>17,4 %</b> (12,5/72)
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>				
<b>Gesamtanteil SB Hennen</b>	<b>53,8 %</b> (43,0/80)	<b>67,6 %</b> (50,0/74)	<b>81,5 %</b> (59,5/73)	<b>70,6 %</b> (24/34)
<b>Anteil SB Hennen auf der Matte</b>	<b>15,0 %</b> (12,0/80)	<b>24,3 %</b> (18,0/74)	<b>50,7 %</b> (37,0/73)	<b>51,5 %</b> (17,5/34)
<b>Anteil der SB Hennen auf dem Gitter</b>	<b>38,8 %</b> (31,0/80)	<b>43,2 %</b> (32,0/74)	<b>30,8 %</b> (22,5/73)	<b>19,1 %</b> (6,5/34)

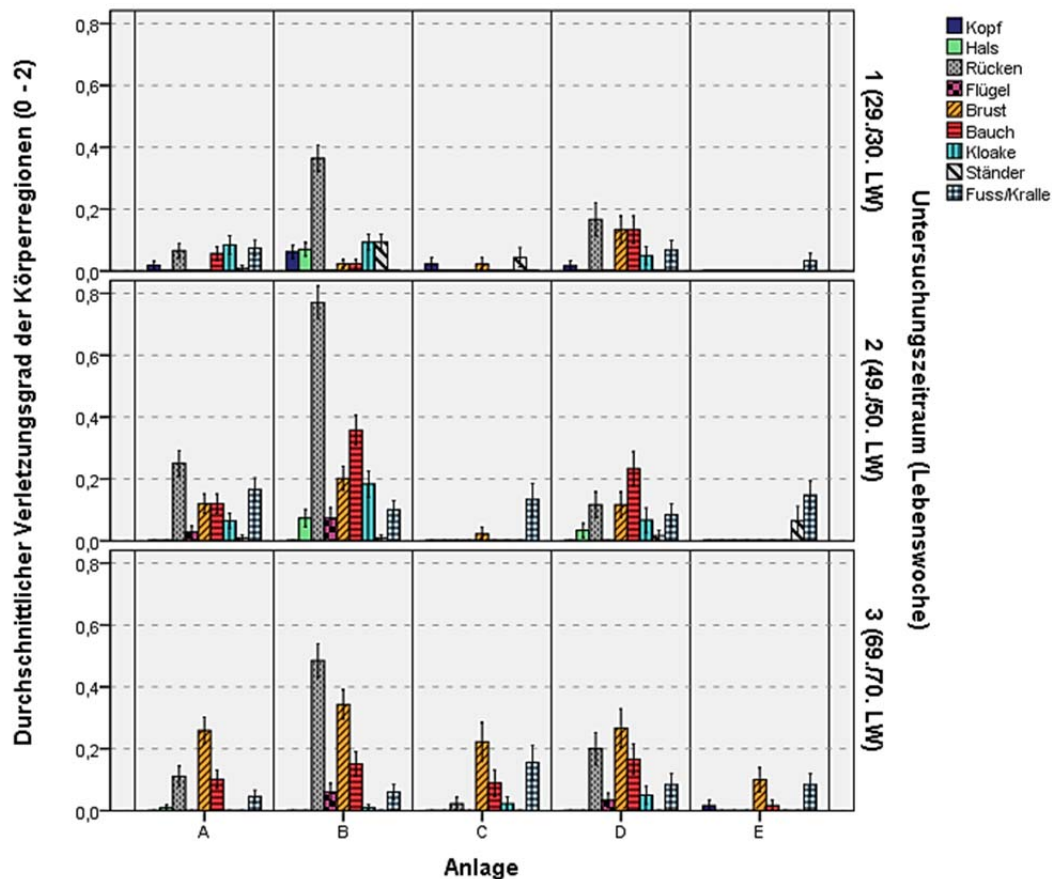
## 4.6 VERLETZUNGEN

Im Laufe der Legeperiode nahmen die Anzahl der Verletzungen bzw. deren Schweregrad in allen Anlagen bei den LSL Hennen zunächst zu. In den Anlage A und B stieg der Verletzungsscore vom ersten UZR (A = 0,31; B = 0,73) zum zweiten UZR (A = 0,76 B = 1,77) zunächst an. Beim dritten Untersuchungszeitraum hatten die Hennen der Anlagen A (0,53) und B (1,11) jedoch wieder weniger Verletzungen als beim zweiten UZR (Abbildung 74 sowie im Anhang Tabelle 51). In der Anlage C stieg der Verletzungsscore bei jedem Untersuchungszeitraum an (1. UZR = 0,1) und erreichte beim dritten UZR 0,51. In der Anlage D hatten die Hennen bereits beim ersten UZR einen Verletzungsscore von 0,57, dieser stieg auf bis 0,80 beim dritten UZR. In der Anlage E hatten die Hennen bei allen UZR einen geringeren Verletzungsscore als in allen anderen Anlagen. Der Score stieg in der Anlage E von 0,03 im ersten UZR auf 0,21 im zweiten UZR und dann auf 0,22 im dritten UZR.

Bei Betrachtung der verletzten Körperregionen (siehe Abbildung 75) fällt insbesondere in der Anlage B auf, dass vor allem der Rücken der Tiere verletzt war. Jedoch finden sich auch häufiger Verletzungen an Brust, Bauch, Kloake sowie an den Füßen und Krallen.



**Abbildung 74:** Darstellung des Verletzungsscores (Anlagenmittelwert aus Einzeltieruntersuchungen als Summe der verletzten Körperregionen [max. 9] in Schweregrade [Grad 0, 1 und 2], höchstmöglicher Score = 18) der Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume.



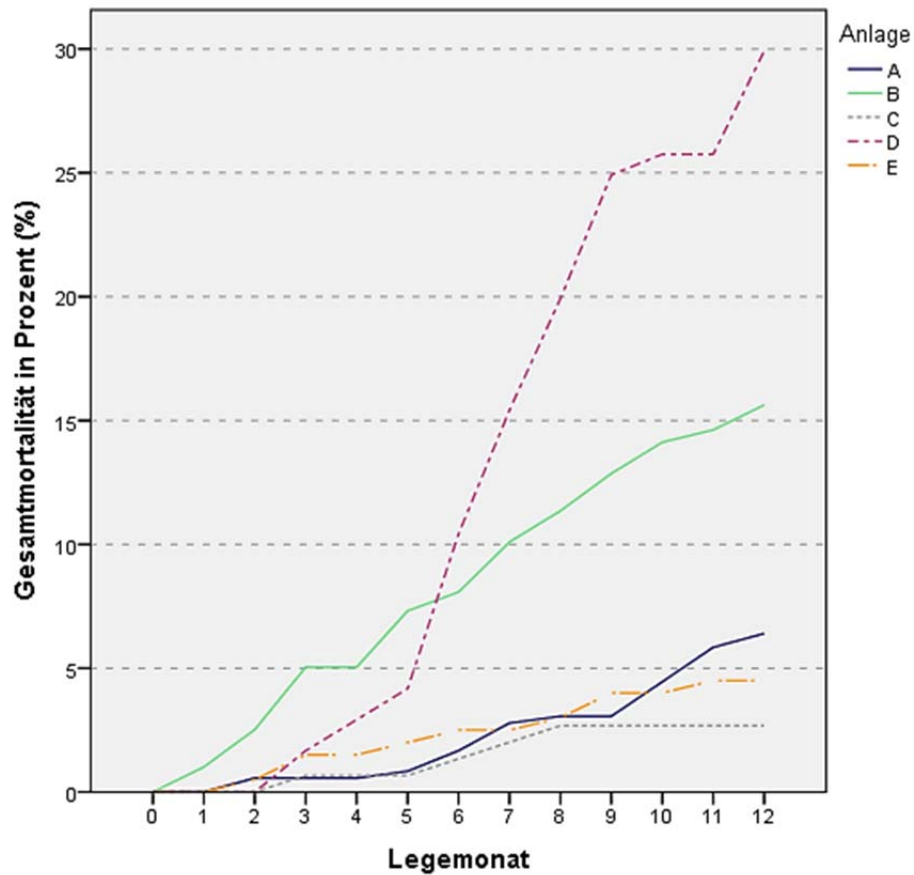
**Abbildung 75:** Darstellung des durchschnittlichen bonitierten Verletzungsgrades (Grad 0, 1 und 2) an den beurteilten Körperregionen der Hennen der Anlage A bis E über drei Untersuchungszeiträume.

#### 4.7 MORTALITÄT

In der Tabelle 26 sowie in der Abbildung 76 sind die Mortalitätsraten der LSL Linien in den Legemonaten eins bis zwölf und der gesamten Legephase dargestellt. Zu der „Anzahl †Hennen“ zählten verendete, getötete oder aufgrund schwerer Verletzungen ausgeslektierte Tiere.

In der Anlage C wurde mit 2,7 % die geringste Anzahl von Verlusten verzeichnet, in den Anlagen E und A verendeten 4,5 % und 6,4 % des Gesamtbestandes. In den Anlagen B und D gab es Mortalitätsraten von 15,7 % (Anlage B) und 29,9 % (Anlage D). In der Anlage B verendeten bereits ab dem ersten Legemonat Tiere, in der Anlage D gab es dagegen vor allem ab dem sechsten Legemonat vermehrte Verluste. Die Mortalitätsrate der Anlage D wurde ab den jeweiligen Monaten, in denen ganze Abteile ausgestallt wurden nicht mehr mit der Zahl des Anfangsbestandes, sondern von den Anfangsbeständen dann noch vorhandener Abteile

berechnet. Als Abbruchkriterium wurde aus Gründen der Tierschutzrelevanz eine Mortalität von 30 % eines betroffenen Abteils gewählt. Wenn diese überschritten wurde, wurden die entsprechenden Abteile aus dem Versuch genommen.



**Abbildung 76:** Darstellung der Gesamtmortalität in Prozent (%) in den Anlagen A bis E im Verlauf der Legeperiode.

**Tabelle 26:** Darstellung der Mortalitätsraten in den Anlagen A bis E. Zur „Anzahl † Hennen“ zählten verendete, getötete oder aufgrund schwerer Verletzungen ausselektierte Tiere. \*, \*\*, \*\*\* = erster, zweiter, dritter Käfig der Anlage D, die aufgrund hoher Mortalitätsraten ausgestallt wurden.

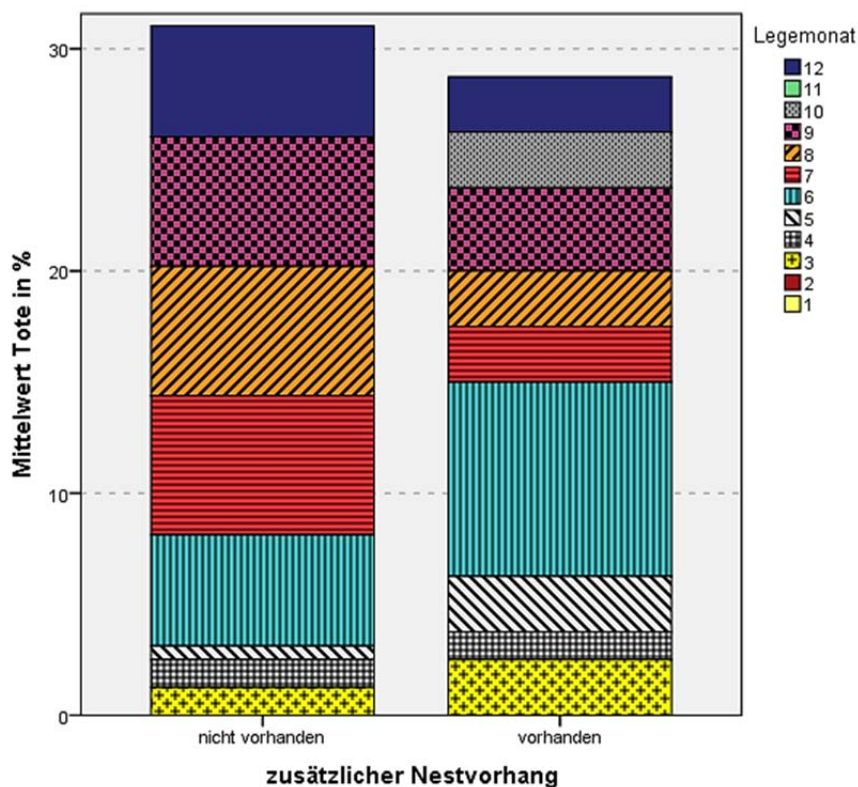
\*\*\*\* Die Gesamtmortalität in % der Anlage D ergibt sich aus der Summe der Mortalitätsraten der Legemonate, da im Laufe der Legeperiode ganze Abteile ausgestallt und ab dann nicht mehr zur Gesamtzahl gezählt wurden.

	Anlage A Anfangsbestand 360 Hennen	Anlage B Anfangsbestand 396 Hennen	Anlage C Anfangsbestand 150 Hennen	Anlage D Anfangsbestand 240 Hennen	Anlage E Anfangsbestand 200 Hennen
<b>1. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	0	4	0	0	0
Mortalität in %	0	1,01	0	0	0
<b>2. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	2	6	0	0	1
Mortalität in %	0,56	1,51	0	0	0,50
<b>3. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	0	10	1	4	2
Mortalität in %	0	2,52	0,67	1,67	1,00
<b>4. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	0	0	0	3	0
Mortalität in %	0	0	0	1,25	0
<b>5. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	1	9	0	3	1
Mortalität in %	0,28	2,27	0	1,25	0,50
<b>6. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	3	3	1	15	1
Mortalität in %	0,83	0,76	0,67	6,25	0,50
<b>7. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	4	8	1	12	0
Mortalität in %	1,11	2,02	0,67	5,00*	0
<b>8. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	1	5	1	9	1
Mortalität in %	0,28	1,26	0,67	4,50	0,50
<b>9. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	0	6	0	10	2
Mortalität in %	0	1,51	0	5,00**, ***	1,00
<b>10. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	5	5	0	1	0
Mortalität in %	1,39	1,26	0	0,83	0
<b>11. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	5	2	0	0	1
Mortalität in %	1,39	0,50	0	0	0,50
<b>12. Legemonat</b>					
Anzahl †Hennen	2	4	0	5	0
Mortalität in %	0,56	1,01	0	4,17	0
<b>Gesamte Legephase</b>					
Anzahl †Hennen	23	62	4	62	9
Mortalität in %	6,39	15,66	2,67	29,92****	4,50



In den Anlagen B und D waren die Hauptabgangsursachen Kannibalismusverletzungen, teilweise waren Hennen ausschließlich äußerlich sichtbar verletzt. Andere wurden mit leerem Abdomen gefunden und wurden von den anderen Hennen „ausgehöhlt“. Hennen, die nur äußerlich verletzt waren, konnten unter Umständen kannibalistische Übergriffe überleben, wenn Sie rechtzeitig aus den Abteilen genommen werden konnten. In den Anlagen C und E gab es unterschiedliche Abgangsursachen, die in pathologischen Untersuchungen festgestellt wurden: z.B. Peritonitiden, Pneumonien, Eileiterentzündungen, Nierengicht, Leberkapselriss, Hepatitis und chronische Stauungsleber mit Ascites.

In der Abbildung 77 sind die Mortalitätsraten der Abteile ohne und mit zusätzlichem Nestvorhang in der Anlage D gegenübergestellt. In Abteilen ohne zusätzlichen Nestvorhang wurde 31,0 % Gesamtmortalität verzeichnet, dies waren etwas mehr als die 28,8 % Gesamtmortalität in den Abteilen mit zusätzlichem Nestvorhang.



**Abbildung 77:** Darstellung der Mortalität der Anlage D in Prozent (%) im Verlauf der Legeperiode, unterteilt nach Abteilen ohne und mit zusätzlichem Nestvorhang.

## 5 DISKUSSION

---

### 5.1 NUTZUNG DER FUNKTIONSBEREICHE DES HALTUNGSSYSTEMS

---

In allen Kleingruppenanlagen wurden während der Hellphase die meisten Tiere auf dem Gitter beobachtet, während in der Voliere etwa gleich viele Tiere im Einstreubereich wie auf dem Gitter gesehen wurden. Auch in Untersuchungen von RÖNCHEN et al. (2010) befand sich der Hauptteil der Tiere während der Hellphase in Kleingruppenhaltungen auf dem Gitter. HERGT (2007) und APPLEBY et al. (2002) beobachteten, dass die Tiere im Einstreubereich diesen eher für Futtersuchverhalten (Picken und Scharren), als zum Staubbaden, nutzten. In der Anlage B dieser Untersuchung wurde der Einstreubereich besonders häufig von Hennen genutzt die Wasseraufnahmeverhalten zeigten, da die Tränke sich entlang der Einstreubereiche befand. Dies ist ein möglicher Grund für die später erläuterte sehr niedrige Staubbadeaktivität in dieser Anlage (siehe Staubbadeverhalten 5.3).

Auf den Sitzstangen wurden während der Hellphase in den Kleingruppen der durchgeführten Studie durchschnittlich 22,1 % bis 26,8 % der Tiere beobachtet, in der Voliere hielten sich 11,3 % bis 15,1 % auf Sitzgelegenheiten auf. TELLE (2011) und HERGT (2007) beobachteten, in zum Teil identischen Kleingruppenanlagen, während der Hellphase weniger Tiere (7 % bis 16 %) auf den Sitzstangen. Andere Autoren haben unterschiedliche Anteile (zwischen 23 % und 53 %) der Hennen in Kleingruppenhaltungen bzw. ausgestalteten Käfigen im Tagesverlauf auf den Sitzstangen beobachtet (DUNCAN et al., 1992; APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON et al., 1996; RÖNCHEN et al., 2010). Die Lokalisation der Sitzstange im Haltungssystem bzw. die Art der Sitzstange hatte dabei einen großen Einfluss. Dies bestätigte sich ebenfalls in der vorliegenden Untersuchung. So wurde in den Anlagen A und D insbesondere das in der Mitte des Abteils verlaufende Rohr (bzw. der Schacht) von den Hennen genutzt, die dort jedoch kein Ruheverhalten sondern Wasseraufnahmeverhalten zeigten, da sich die Tränke direkt über der Sitzstange befand. Dieses Ergebnis stimmt mit von DUNCAN et al. (1992) beobachteten Sitzstangenpräferenzen überein. Im Einstreubereich wurden während der Hellphase in den Kleingruppenhaltungen der hier vorliegenden Untersuchung durchschnittlich 10,9 % bis 12,8 % der Tiere beobachtet. Im Vergleich zu RÖNCHEN et al. (2010), in deren Untersuchungen 10 % der Tiere im Einstreu gesehen wurden, waren dies nur geringfügig mehr Tiere. CARMICHAEL et al. (1999) beobachteten bei Tieren in Volierensystemen während der Hellphase deutlich mehr Tiere auf den Sitzstangen (46,6 %) als in der Einstreu (22,7 %) oder auf dem Gitter (16,6 %).

In der Dunkelphase wurden in der vorliegenden Studie durchschnittlich 59,5 % bis 65,5 % der Hennen auf Sitzgelegenheiten in den Kleingruppen und 64,3 % bis 68,4 % in der Voliere beobachtet. Auf dem Gitter befanden sich während der Dunkelphase in den Kleingruppen zwischen 1,5 % und 26,4 % der Tiere, in der Voliere zwischen 15,0 % und 22,8 %. Im Einstreubereich befanden sich in allen Anlagen während der Dunkelphase, außer in der Anlage C, nur ein sehr geringer Prozentsatz an Tieren. Der Anteil an Legehennen auf Sitzstangen in ausgestalteten Käfigen wurde von mehreren Autoren mit 81 % bis 99 % deutlich höher beschrieben als in dieser Untersuchung beobachtet (APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON et al., 1996; APPLEBY et al., 2002; DÖRING, 2012). Von HERGT (2007) und DUNCAN et al. (1992) wurden ungefähr so viele Tiere auf den Sitzstangen wie in vorliegenden Untersuchungen beobachtet, wobei DUNCAN et al. (1992) einen Einfluss der jeweiligen Sitzstangen beschrieb. TELLE (2011) beobachtete dagegen deutlich weniger Hennen auf den Sitzstangen (25,7 % bis 66,7 %). Die Ursache für die geringe Gesamtanzahl der Hennen auf den Sitzstangen während der Dunkelphase vorliegender Studie ist möglicherweise die Präferenz der Hennen für bestimmte Sitzstangen in den Anlagen (siehe Kapitel 5.2). Somit entstand eine Überbelegung einzelner Sitzstangen, die nicht genügend Platz für alle Hennen boten. Der Rest der Tiere setzte sich dabei häufig in die Nähe der bevorzugten Stangen auf das Gitter.

## 5.2 SITZSTANGENPRÄFERENZEN

---

In der Anlage A wurde in vorliegender Untersuchung während der Hellphase die Sitzstange L3, in der Mitte des Haltungssystems unterhalb der Tränke, am häufigsten genutzt. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Untersuchungen von DUNCAN et al. (1992), in denen Sitzstangen unter der Tränkelinie oder an Futtertrögen während der Hellphase häufig aufgesucht werden. Diese Beobachtung stimmt auch mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie bezüglich der Sitzstange M der Anlage D überein, die ebenfalls unter der Tränkelinie verläuft und während der Hellphase signifikant häufiger von den Hennen aufgesucht wurde, als die anderen im Haltungssystem vorhandenen Sitzstangen. Ein Problem das dadurch auftreten könnte ist, dass die Sitzstangen eigentlich als Rückzugsort für die Legehennen konzipiert sind. Da in der Nähe der Sitzstange aufgrund der Ressource Wasser viel Bewegung herrschte und somit die Funktion des Rückzuges bzw. eines Ruheortes nicht gegeben war, fiel diese Funktion der Sitzstange M in der Anlage D weg. Die niedrigen Sitzstangen L1 und L5 der Anlage A, die niedrigen Quersitzstangen der Anlagen B und C sowie die niedrige Sitzstange L2 der Anlage

D wurden weniger genutzt als die höheren (frei hängenden) Sitzstangen in diesen Anlagen. Die Höhe der Sitzstangen hatte einen Einfluss auf die Nutzungsfrequenz, wenn die niedrigen Sitzstangen unter dem Funktionsbereich „Tränke“ ausgeschlossen werden. Die ruhenden Hennen auf den niedrigen Sitzstangen, wurden möglicherweise häufig von Hennen, die sich im Haltungssystem bewegten gestört, da die Sitzstangen sich auf einer Höhe befinden, auf welcher die Tiere über die Sitzstange steigen oder sich ducken müssen um von einem Funktionsbereich zu einem anderen zu gelangen. Diese Ergebnisse stimmen nicht vollständig mit den von RÖNCHEN et al. (2010) veröffentlichten Ergebnissen überein. Die Autoren beobachteten, dass niedrige Sitzstangen in Kleingruppenhaltungen während der Hellphase häufiger genutzt wurden, als höhere. In den, in dieser Arbeit, untersuchten Kleingruppenanlagen wurden zwar auch niedrige Sitzstangen teilweise bevorzugt, dies jedoch nur wenn sie unter dem Funktionsbereich „Tränke“ verliefen.

In der Bodenhaltung wurden, während der Hellphase dieser Studie, der Anflugbalkon als Aufstieg zur ersten Ebene, die obere und untere Kante sowie die Anflugbalkone vor den Nestern C1 und C2 häufiger von den Hennen genutzt. Diese Präferenz lässt sich dadurch erklären, dass die Stangen als Anflugstangen zum Erreichen der verschiedenen Funktionsbereiche dienten.

In der Dunkelphase fiel in der Anlage A vor allem auf, dass die Sitzstangen der rechten Seite des Abteils (L4, L5) weniger genutzt wurden als die Sitzstangen der linken Abteilseite. In den Videos der Verhaltensbeobachtungen ist eine mögliche Erklärung sichtbar: Wenn Hennen auf der rechten Seite auf einer Sitzstange saßen, war ein deutlich erkennbarer Windzug im Federkleid der Tiere zu sehen. Legehennen meiden Zugluft (BESTMAN et al., 2011) und so war die rechte Seite der Abteile eher unattraktiv als Ruheort während der Dunkelphase.

Die Sitzstangenpräferenzen der Legehennen in der Anlage B konnten während der Dunkelphase keinem direkten Faktor zugeordnet werden, wie zum Beispiel Höhe der Sitzstange oder Lokalisation der Sitzstange im Abteil.

Bei den Beobachtungen während der Dunkelphase in der Anlage C bestätigten sich die Beobachtungen von SCHRADER und MÜLLER (2009) und STRUELENS und TUYTTENS (2009), in denen hohe Sitzstangen von Legehennen, solange sie genug Abstand zur Decke haben, bevorzugt werden.

In der Anlage D änderte sich im Laufe der Legeperiode die Sitzstangenpräferenz der Legehennen in der Dunkelphase. So wurde zu Beginn der Legeperiode die Sitzstange M (Kotbelüftungsschacht) noch häufig aufgesucht, gegen Ende der Legeperiode mieden die Tiere den Aufenthalt auf dieser Sitzstange und präferierten statt dessen die Sitzstange L1, die

zu Beginn der Legeperiode am geringsten genutzt wurde. Für diese Beobachtungen gibt es, neben der in der Literatur beschriebenen Präferenz erhöhter Sitzstangen (NEWBERRY et al., 2001; SCHRADER und MÜLLER, 2009; STRUELENS und TUYTTENS, 2009) weitere Erklärungsmöglichkeiten. Die Tiere haben im Laufe der Legeperiode möglicherweise gelernt, auf der verhältnismäßig rutschigen Sitzstange L1 besser sitzen zu können und konnten diese in den späteren Untersuchungszeiträumen besser nutzen. Zusätzlich gab es in dieser Anlage Probleme mit der roten Vogelmilbe. Die Sitzstangen L1 und L2 wurden vom Hersteller so konzipiert, dass sie nicht hohl sind und sich keine Milben darin verstecken können. Am Kotbelüftungsschacht (Sitzstange M) war ein deutlicher Milbenbefall sichtbar, was eine Erklärung für die geringe Nutzung dieser Sitzstange sein könnte.

In der Anlage E wurde in der Dunkelphase der niedrige Anflugbalkon (B) von den Tieren deutlich weniger genutzt. Die hohen Sitzstangen (C1, C2, A, K1) wurden häufiger aufgesucht. Dies entspricht den Ergebnissen der Untersuchungen von STRUELENS und TUYTTENS (2009) sowie SCHRADER und MÜLLER (2009). Die Sitzstangen vor den Nestreihen (C1 und C2) waren aus dem Material Fichtenholz und wurden von den Hennen besonders in der Dunkelphase regelmäßig genutzt. Dies bestätigt, dass Hennen Sitzstangen aus Holz im Vergleich zu Metall bevorzugen, möglicherweise da diese weniger rutschig sind und sich dadurch leichter anfliegen lassen (SCOTT und MAC ANGUS, 2004).

Bei der Beurteilung der Ergebnisse zu den Sitzstangenpräferenzen vorliegender Studie ist anzumerken, dass der Anteil der Tiere pro Meter Sitzstangen als Maß für die Präferenz diene. Ruhepositionen und Verhalten (Balance) wurden nicht gesondert ausgewertet. PICKEL et al. (2010) merken aber an, dass ein sehr wichtiger Faktor für die Beurteilung der Eignung von Sitzstangen für Legehennen auch die Qualität des Ruhens ist und deshalb das spezifische Ruheverhalten genauer untersucht werden sollte. Dies könnte in Folgestudien durchgeführt werden und somit z.B. in der Anlage D genauer festgestellt werden, warum die Legehennen erst im späteren Alter die Metallsitzstange nutzten.

### 5.3 STAUBBADEVERHALTEN

---

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden folgende Parameter bezüglich des Staubbadeverhaltens detailliert beobachtet und erfasst: die Anzahl der Staubbadevorgänge, die Staubbadedauer, Unterbrechungen der Staubbadesequenzen (SBS), die Ursachen für das Beenden der Staubbadevorgänge sowie das Auftreten der Verhaltensstörung Pseudostaubbadeverhalten.

Die kontinuierlichen Beobachtungen fanden in den Kleingruppenanlagen jeweils während drei Tageszeiträumen (TZ) statt, nämlich während der Dämmerungsphase in der Früh (3:30-4:00, TZ I), nach Beginn der Dämmerungsphase (4:00-5:00, TZ II) sowie nach dem ersten Einstreuintervall des Tages (Futtergabe auf die Staubbadematte, TZ III). In der Anlage D wurde aufgrund eines technischen Defektes das Futter während der Dunkelphase auf die Staubbadematte aufgebracht. Auf den Videoaufzeichnungen ist deutlich zu erkennen, dass die Tiere dadurch jedoch nicht aufgeschreckt wurden und keine Reaktion auf das nächtliche Einstreuen zeigten. In der Anlage E stand den Tieren im Scharrbereich permanent Einstreusubstrat zur Verfügung. Die Anlagen D und E wurden analog der Anlage C ausgewertet.

In den TZ I und II wurde in den Anlagen D und E, in denen zu diesem Zeitraum Einstreusubstrat vorhanden war, vermehrt Staubbadeverhalten gezeigt. Dies wird als Indikator für die Wichtigkeit des Vorhandenseins eines veränderbaren Substrates für die Durchführung von Staubbadeverhalten gewertet. HERGT (2007) und SEWERIN (2002) beobachteten im Allgemeinen eine intensivere Nutzung Substrat befüllter Matten im Vergleich zu Matten auf denen kein Substrat vorhanden war. SEWERIN (2002) und DÖRING (2012) beobachteten dabei auch einen positiven Einfluss Substrat befüllter Staubbadematten auf die Staubbadeaktivität.

In den Anlagen C und D, den Kleingruppen mit den zusammenhängenden Staubbadematten, wurden im Tageszeitraum III mehr SBS (als absolute Zahl) als in den Anlagen A und B beobachtet. Auch im Tagesverlauf (24 Beobachtungszeitpunkte) wurden mehr staubbadende Hennen (als prozentualer Anteil) beim Staubbaden beobachtet als in den Anlagen A und B, in denen zwar mehrere, aber dafür kleinere Staubbadebereiche zur Verfügung standen. Diese Ergebnisse stimmten mit denen von TELLE (2011) überein. Auch andere Autoren (APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON et al., 1996; DÖRING, 2012) fanden einen direkten Zusammenhang zwischen der Staubbadeaktivität der Tiere und der Größe der verfügbaren Staubbadefläche. In der Anlage E, einer Bodenhaltung, wurden im TZ III anteilig ungefähr gleich viele SBS gezeigt wie in der Anlage A. Laut PETHERICK et al. (1995) hat das Vorhandensein von Staubbadesubstrat einen großen Einfluss als Auslöser zum Staubbaden. Eine Erklärung für das weniger gehäufte Auftreten von SBS in der Anlage E während der 60 Minuten Beobachtungsphase im TZ III, gegenüber den Anlagen C und D, ist dementsprechend möglicherweise der fehlende Reiz der Futtergabe in den Einstreubereich zu Beginn des TZ III in der Voliere. Die Videosysteme waren in den Anlagen so installiert, dass eine Beobachtung aller staubbadenden Hennen (auf der Staubbadematte und auf dem Gitter) durchgeführt werden konnte. In den Kleingruppenanlagen A, B und C gab es im vorderen Bereich einen

„toten Winkel“ von ca. 20 cm Breite, zwischen dem Nestausgang und dem Futtertrog hinter den Kameras. Staubbadende Hennen auf dem Gitter konnten in diesem Bereich nur gesehen werden, wenn sie während des Staubbadens im Bild erschienen.

In einer Studie in Voliersystemen von CARMICHAEL et al. (1999) wurden zu einem Untersuchungszeitpunkt am Tag 2 % bis 4 % der Hennen beim Staubbaden beobachtet, wobei ein Zusammenhang zur Besatzdichte des Haltungssystems bestand, mit mehr staubbadenden Tieren bei niedrigen Besatzdichten (untersuchte Besatzdichten 9 – 19 Hennen/m<sup>2</sup>). In einer Untersuchung von RÖNCHEN et al. (2010) an Legehennen in Kleingruppenhaltungen wurden ca. 0,002 % der LSL Hennen beim Staubbaden im Einstreubereich und 1,08 % beim Pseudostaubbaden gesehen. In den Anlagen der vorliegenden Studie staubbadeten in der Anlage B und im ersten UZR der Anlage E weniger als die beschriebenen 2 % der Hennen zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt. In den anderen Anlagen A, C, D und im zweiten und dritten UZR der Anlage E wurden zwischen 2,4 % bis 3,3 % der Tiere beim Staubbaden beobachtet, dies jedoch unter der Berücksichtigung der staubbadenden Hennen auf dem Gitter der Kleingruppenanlagen. Nach OLSSON et al. (2002) befriedigt das Pseudostaubbaden jedoch nicht das Bedürfnis nach Staubbaden und reduziert nicht die Motivation in „Staub“ zu staubbaden. Bei Betrachtung der Ergebnisse unter dem Aspekt des Staubbadens im dafür vorgesehenen Bereich wird deutlich, dass in den Anlagen A und B sowie im ersten und zweiten UZR der Anlage D und im ersten UZR der Anlage E weniger als 2 % der Tiere Staubbadeverhalten in dem Bereich der Einstreu, zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt im Tagesverlauf, zeigten. Nur in der Anlage C konnten in allen UZR, zu einem durchschnittlichen Beobachtungszeitpunkt, die von CARMICHAEL et al. (1999) beschriebenen 2 % bis 4 % erreicht werden. Bei der Beurteilung der Ergebnisse vorliegender Studie ist wichtig zu beachten, dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine Henne zwei Staubbäder durchführte und damit doppelt gezählt wurde, da eine individuelle Erkennung der Tiere nicht möglich war. Da ein Staubbad durchschnittlich alle zwei Tage durchgeführt wird (VESTERGAARD, 1982; OLSSON und KEELING, 2005), wäre davon auszugehen, dass im Tagesverlauf ca. 50 % der Tiere beim staubbaden beobachtet werden können. Außer in der Anlage B und im ersten UZR in der Anlage E wurden immer, teilweise sogar deutlich über 50 % der Tiere im Tagesverlauf beim staubbaden beobachtet. Auch hier ist es möglich, dass Hennen mehrfache Staubbadesequenzen zeigten und dadurch doppelt gezählt wurden.

In der Anlage B, der Anlage mit den kleinsten, aber meisten (4 Stück) Staubbadematten wurden in allen Untersuchungszeiträumen (UZR) die kürzesten Staubbadesequenzen beobachtet. In allen Anlagen (Kleingruppen und Voliere) wurden unter anderem auch kurze

Staubbadesequenzen beobachtet, die weniger als eine Minute dauerten. Die durchschnittliche Staubbadedauer der Kleingruppen variierte von 1,9 Min. (1. UZR, Anlage B) bis 10,0 Min. (2. UZR, Anlage A). In der Anlage E, der Voliere, dauerte ein Staubbad durchschnittlich zwischen 8,5 Min. (3. UZR) und 10,6 Min. (1. UZR). Die von mehreren Autoren beschriebene durchschnittliche Staubbadedauer von 20 bis 30 Minuten eines vollständigen Staubbades (VESTERGAARD, 1982; VAN LIERE et al., 1990) konnte in dieser Studie nur vereinzelt in drei der vier Kleingruppenhaltungen und in der Voliere beobachtet werden. Die durchschnittliche Dauer der beobachteten SBS lag jedoch in allen Anlagen deutlich unter der als ethologisch normal bezeichneten Staubbadedauer. Diese Ergebnisse stimmen weitgehend mit denen von TELLE (2011) in gleichen Haltungssystemen überein, wobei ebenfalls in der Anlage B kürzere Staubbadesequenzen beobachtet wurden, aber zwischen der Kleingruppen- und Volierenhaltung kein signifikanter Unterschied erkennbar war. HERGT (2007) fand in ihren Untersuchungen an Kleinvoliere (vergleichbar mit der Kleingruppe der Anlage C) und Großvolieren (vergleichbar der Anlage E) einen Unterschied zwischen den Haltungssystemen, mit längerer Staubbadedauer in der Großvoliere. SEWERIN (2002) beobachtete ebenfalls verkürzte durchschnittliche Staubbadedauern von 8 Min. und 39 Sek. für ausgestaltete Käfigsysteme des Typs Aviplus. APPLEBY et al. (1993) beobachtete durchschnittliche Staubbadedauern von 5 Min. in ausgestalteten Käfigen und Staubbadesequenzen von 10 Sek. in konventionellen Käfigen.

VAN LIERE (1990) fand heraus, dass Hennen die verkürzte Staubbadesequenzen zeigen, nur bis zur Einleitungsphase kommen und dann aufgrund der fehlenden Wirksamkeit des Substrates ihr Staubbad abbrechen. In den Untersuchungen vorliegender Dissertation wurden zwar die einzelnen Phasen des Staubbadens nicht gesondert dokumentiert, aber es ist möglich, dass auch hier die fehlende Wirksamkeit des Staubbadens in den Kleingruppenhaltungen eine Ursache für die verkürzten Staubbadesequenzen war. Andere Untersuchungen belegten, dass Futter (wie in Kleingruppenhaltungen eingesetzt) kein geeignetes Staubbadesubstrat ist (SCHOLZ et al., 2010; SCHOLZ et al., 2011).

Als Ursachen für das endgültige Beenden der SBS, zeigten die Ergebnisse vorliegender Studie deutliche Unterschiede zwischen der Kleingruppen- und Volierenhaltung. In der Anlage E (Voliere) wurde in allen UZR signifikant mehr SBS ungestört beendet als in den Anlagen A, C und D. Die Anlage B konnte aufgrund der geringen Anzahl der beobachteten Staubbadesequenzen nicht für Signifikanzberechnungen herangezogen werden. Die Ursachen für das gestörte Ende eines Staubbades waren vor allem das Bepicken oder die Verdrängung durch eine andere Henne, das Erschrecken sowie das Dominieren ausgehend von der



staubbadenden Henne. Diese Ergebnisse entsprechen weitgehend anderen in der Literatur beschriebenen Beobachtungen (VESTERGAARD, 1987; HERGT, 2007; TELLE, 2011).

Die Durchführbarkeit einer ungestörten Staubbadesequenz war vor allem in der Anlage E (Voliere) möglich, in welcher weniger Staubbadesequenzen unterbrochen wurden als in den Anlagen A, C und D. In der Anlage B wurden insgesamt weniger SBS beobachtet, so dass entsprechend auch weniger unterbrochene SBS notiert wurden. Auch bei Betrachtung der durchschnittlichen relativen Anzahl der Unterbrechungen der SBS, welche die Staubbadesequenzen mit Mehrfachunterbrechungen berücksichtigt, zeigte sich, dass in der Anlage E ein Staubbad eher ungestört durchgeführt werden konnten als in den Anlagen A, C und D. In Untersuchungen von DE JONG et al. (2006) wurden in ausgestalteten Käfigen 100 % der Staubbadesequenzen gestört und unterbrochen, in einem Voliersystem beobachteten die Autoren jedoch ebenfalls eine Unterbrechung in ca. 50 % der Staubbadesequenzen. Die Ursachen für die Unterbrechungen der Hennen in der Studie von DE JONG et al. (2006) lagen insbesondere in Verdrängungen und dem Bepicken durch andere Hennen. Die Gründe für die Unterbrechungen in vorliegender Studie waren unterschiedlich. Bepickt oder verdrängt werden sowie andere Hennen zu dominieren wurden als Gründe einer Unterbrechung aufgezeichnet. Relativ häufig konnte die Ursache nicht definitiv festgestellt werden. Möglicherweise war bei unklaren Ursachen der von VESTERGAARD (1987) beschriebene schmerzhafte Kontakt mit dem Drahtgitter oder die fehlende Wirksamkeit des Substrates der Grund für eine kurzfristige Unterbrechung der Staubbadesequenz.

Die Verhaltensstörung Pseudostaubbaden wurde in allen Untersuchungszeiträumen in den Kleingruppenanlagen (A - D) beobachtet. In der Anlage E wurde in keinem der UZR Pseudostaubbadeverhalten aufgezeichnet. Die Beobachtung, dass Legehennen Pseudostaubbadeverhalten zeigen, obwohl den Tieren ein Staubbadebereich zur Verfügung steht, wird von Untersuchungen zahlreicher Autoren bestätigt (VESTERGAARD, 1987; LINDBERG und NICOL, 1997; OLSSON et al., 2002). Eine interessante Beobachtung in vorliegenden Untersuchungen, die auch von RÖNCHEN et al. (2010) und WEITZENBÜRGER (2005b) beschrieben wurde war, dass in den Anlagen A und B in allen UZR im Tagesverlauf anteilig mehr Hennen Staubbadeverhalten auf dem Käfiggitter (Pseudostaubbadeverhalten) zeigten, als in dem dafür vorgesehenen Staubbadebereich.

In den Anlagen A und B sowie im zweiten und dritten UZR auch in der Anlage D, wurden signifikant mehr Hennen beim Pseudostaubbaden auf dem Gitter vor dem Futtertrog, als beim Pseudostaubbaden auf dem Gitter zwischen den Sitzstangen beobachtet. Dies entspricht den

Beschreibungen von HERGT (2007) und LINDBERG und NICOL (1997), auch hier zeigten die Hennen diese Verhaltensstörung überwiegend in der Nähe des Futtertroges.

Erfahrungen der Hennen mit Substraten beim Staubbaden führt zu einer späteren Präferenz der Tiere gegenüber diesem Substrat (VESTERGAARD und BARANYIOVA, 1994; PETHERICK et al., 1995; SANOTRA et al., 1995). Dies spricht dafür, dass die Tiere dieser Untersuchung gelernt haben das Futter als Staubbadesubstrat zu verwenden. Da dieses im Futtertrog während der Legeperiode ad libitum vorhanden war, versuchten sie dort das Futter als Staubbadesubstrat zu nutzen. In Untersuchungen anderer Autoren zeigte sich jedoch, dass Futter, möglicherweise aufgrund der hohen Fettgehalte, kein geeignetes Staubbadesubstrat ist (SCHOLZ et al., 2010; SCHOLZ et al., 2011).

#### 5.4 LICHTMANAGEMENT

---

In allen Anlagen wurden zur Ausleuchtung der Versorgungsgänge und Anlagen als Hauptbeleuchtung Leuchtstoffröhren des Typs „Lumilux Warm White, L36 W 830“ der Firma Osram, München, Deutschland eingesetzt. Zusätzlich wurden in den oberen Abteilen der Anlage A, allen Abteilen der Anlage C sowie in zwei zufällig ausgewählten Abteilen der Anlage D, LED-Rohre der Firma Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard, Niederlande in der Sektionsmitte bzw. über dem Staubbad installiert.

In allen Anlagen wurde der Hell-/ Dunkelrhythmus und die Dämmerungsphase durch den Sonnenlichtsimulator der Firma Hato BV Agricultural and Project Lighting, KK Sittard, Niederlande, Typbezeichnung Sunlight Simulator (SLS-1) gesteuert.

Die gemessenen durchschnittlichen Beleuchtungsstärken der Kleingruppen in dieser Untersuchung waren niedrig, wobei der höchste Mittelwert durchschnittlich 7,5 Lux (Anlage C) und der höchste gemessene Einzelwert 21,3 Lux (Anlage C) betrug. In der Anlage E (Voliere) konnten maximal durchschnittliche Werte von 24,2 Lux gemessen werden, der höchste Einzelmesswert der Anlage E in eine Richtung betrug 62,3 Lux. Damit wurden nur in der Anlage E die Empfehlungen des Europarates (vom 28. November 1995) von mindestens 20 Lux in mehreren Ebenen erreicht. Jedoch ist zu beachten, dass diese Empfehlung auf der Messung in 3-Ebenen beruht und die Lux-Werte in dieser Untersuchung anhand einer 6-Ebenen-Messung ermittelt wurden. Bei dieser Methode werden auch die Werte in die Bildung des Mittelwertes einbezogen, die in die entgegengesetzte Richtung der Beleuchtungsquelle zeigen. Der Mittelwert ist somit deutlich niedriger als der Wert in direkter Richtung zur Beleuchtungsquelle. In der Anlage B, in der die niedrigsten durchschnittlichen

Beleuchtungsstärken gemessen wurden (durchschnittlich max. 1,3 Lux), betrug der höchste Wert einer Einzelmessung 2,6 Lux.

Der Hintergrund der niedrig eingestellten Beleuchtungsstärken war, wie auch von WEITZENBÜRGER (2005b) erläutert, die Erfahrung von Kannibalismusausbrüchen bei höheren Lichtintensitäten. Auch nach MOHAMMED et al. (2010) helfen niedrige Beleuchtungsstärken Verhaltensstörungen, wie Kannibalismus, zu kontrollieren.

In der Studie von TELLE (2011) wurden ebenfalls nach einer vorhergehenden Kannibalismusproblematik sehr niedrige Beleuchtungsstärken eingesetzt, 2,0 bis 5,0 Lux in den Kleingruppen und 4,8 Lux in der Voliere (vergleichbare Anlagen zur vorliegenden Studie).

Im Laufe der Legeperiode konnte bei der zweiten und dritten Messung der Beleuchtungsstärke, bei gleichen Einstellungen am SLS-1 Beleuchtungscomputer kein wesentlicher Unterschied zu den Ergebnissen der ersten Messung festgestellt werden.

Die Einstellungen der Beleuchtungsintensität am SLS-Beleuchtungscomputer wurden in den Anlagen C, D und E im Laufe der Legeperiode angepasst. Da die Information vorhanden war, dass die Hennen in der Junghennenaufzucht bei durchschnittlichen Lux-Werten von 0,2 Lux (Luxmessungen durchgeführt von Frau Lohan von der Tierärztlichen Hochschule Hannover) gehalten wurden, wurden die Tiere um Stress zu vermeiden, auch bei entsprechenden Beleuchtungsstärken eingestallt. In der Anlage A und B wurden die Hennen bei 15 % der maximalen Lichtintensität eingestallt, diese Einstellung der Beleuchtungsstärke wurde aufgrund des Risikos von Kannibalismusausbrüchen im Laufe der Legeperiode nicht verändert. In den Anlagen C, D und E wurden stufenweise die Lichtintensitäten des SLS-1 erhöht. Kurz nach der zweiten Erhöhung der Lichtintensität, auf 18 % der maximalen Lichtintensität am SLS-1 in der Anlage D, traten erste Probleme mit Kannibalismus unter den Hennen dieser Anlage auf. Die Beleuchtungsintensität wurde daraufhin sofort wieder auf die vorherige Einstellung zurückgedreht. Der Kannibalismus konnte damit nicht vollständig kontrolliert werden und nahm nur geringgradig um ca. 1 % ab. Auch HÖRNING (2009) hat in einem Gutachten beschrieben, dass die Zunahme der Lichtintensität zu Kannibalismus führen kann. Andere Autoren beschreiben, dass die Reduktion der Beleuchtungsstärke zu einer Verringerung der Aktivität führen kann (BOSHOUWERS und NICAISE, 1993; RUIS et al., 2010). In der Anlage A konnte durch die Installation von LED-Lichtrohren eine Erhöhung der durchschnittlichen Beleuchtungsstärken im Bereich des Staubbades (Aktivitätsbereich) erreicht werden. In der Anlage D wurden in den Abteilen mit LED-Rohren keine höheren Beleuchtungsstärken (in Lux) gemessen, die Ursache dafür ist möglicherweise, dass den

Haupteinfluss auf die Beleuchtungsstärke in dieser Anlage nicht das LED-Rohr über der Einstreu, sondern die Leuchtstoffröhren in den Versorgungsgängen hatten. Die Lage der Abteile und die Anordnung der Leuchtstoffröhren waren für die Ausleuchtung der Funktionsbereiche eher entscheidend, als das Vorhandensein von LED-Röhren.

DUNCAN et al. (1998) sowie HOGAN und VAN BOXEL (1993) konnten in ihren Studien einen stimulierenden Einfluss von Licht auf die Staubbadeaktivität feststellen. DÖRING (2012) fand dagegen keinen Einfluss der Lichtintensität auf den Anteil staubbadender Hennen, jedoch auf die Durchführung der Phasen eines Staubbades. In den Ergebnissen der vorliegenden Studie wurde zunächst die relative Anzahl der Staubbadesequenzen innerhalb des Tageszeitraum III genauer untersucht, dabei ergaben sich keine deutlichen Differenzen zwischen den Abteilen mit oder ohne LED-Lichtrohren, lediglich in der Anlage D wurden geringfügig mehr Staubbadesequenzen pro Huhn, während aller UZR, in Abteilen ohne LED beobachtet. Die beobachteten Anteile der staubbadenden Hennen im Tagesverlauf in der Anlage A bestätigt dagegen die Hypothese einer Zunahme der Staubbadeaktivität durch höhere Lichtintensitäten. In dieser Anlage wurden in Abteilen mit LED ( $n = 2$ ) im zweiten und dritten Untersuchungszeitraum mehr Hennen beim Staubbaden beobachtet als in Abteilen ohne ( $n = 2$ ). In allen Untersuchungszeiträumen wurden in dieser Anlage mehr Hennen beim Staubbaden auf der Matte in den Abteilen mit LED beobachtet. In der Anlage D konnte dies nicht beobachtet werden, hier wurden während aller Untersuchungszeiträume in Abteilen mit LED (1. und 2. UZR  $n = 2$ , 3. UZR  $n = 1$ ) genauso viele bzw. sogar etwas weniger Hennen beim Staubbaden beobachtet, als in Abteilen ohne LED (1. und 2. UZR  $n = 4$ , 3. UZR  $n = 2$ ). Jedoch ist dabei zu beachten, dass bei den Messungen der Beleuchtungsstärken in Abteilen mit LED der Anlage D mit der Installation von LED-Lichtrohren keine höhere Beleuchtungsstärke erreicht werden konnte als in Abteilen ohne LED. Diese Tatsache, zusammen mit dem Fakt einer niedrigen Stichprobenzahl, lassen den Schluss zu, dass die Ergebnisse lediglich als Hypothesenformulierung für weitere Studien dienen können. In Folgeuntersuchungen sollte dann für den Vergleich der Staubbadeaktivität eher die Beleuchtungsstärke (in Lux) als das Vorhandensein von Beleuchtungsquellen (LED) verwendet werden.

## 5.5 VERLETZUNGEN

---

In allen Anlagen wurde im Verlauf der Legeperiode zunächst ein Anstieg des Verletzungsscores beobachtet. Die Hennen wiesen beim zweiten UZR (49./50. LW) häufiger und/oder schwerwiegendere Verletzungen auf als beim ersten UZR (29./30. LW). In der Anlage E (Voliere) wurden zu allen UZR der geringste Verletzungsscore und damit die geringste Anzahl bzw. kleinere Verletzungen beobachtet. In der Anlage B wurde zu allen UZR der höchste Verletzungsscore beobachtet, wobei eine Verringerung der Häufigkeit und des Schweregrades der Verletzungen vom zweiten UZR zum dritten UZR (69./70. LW) beobachtet wurde. Im Gegensatz zu anderen Studien, wie zum Beispiel von ALLEN und PERRY (1975) und WEITZENBÜRGER (2005b) trat in vorliegender Untersuchung Kannibalismus vermehrt in kleinen Gruppen auf. WEITZENBÜRGER (2005b) betont, dass sich die höheren Mortalitätsraten infolge von Kannibalismus schnell in großen Gruppen ausgebreitet haben und dementsprechend mehr Tiere betroffen waren. Das schnelle Ausbreiten von Kannibalismus innerhalb einer Gruppe wurde auch in den Anlagen B und D (obwohl kleinere Gruppengrößen) in dieser Studie beobachtet, wobei in mit Kannibalismus betroffenen Abteilen immer wieder verletzte Hennen gefunden wurden.

Bei Betrachtung der bepickten Körperregionen fällt auf, dass vor allem in der Anlage B der Rücken verletzt wurde, aber auch am Bauch, Kloake und Brust sowie an den Füßen waren die Tiere häufig verletzt. Dies stimmt mit Untersuchungen von KEPPLER (2008) überein, die in ihren Untersuchungen Verletzungen der befiederten Regionen vor allem am Schwanzansatz, Rücken, Kloake sowie Legebauch/Brust fand und von Verletzungen der Füße in ihrer Studie nicht alle Gruppen betroffen waren. In der Dissertation von Frau Sandra Mayr (voraussichtliche Promotion: 2014 unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard) über die in dieser Arbeit vorgestellten Legehennen werden die Daten zum Thema Tiergesundheit vorgestellt werden.

## 5.6 MORTALITÄT

---

Die Mortalitätsraten im Laufe der Legeperiode variierten erheblich zwischen den Anlagen. Die in der Literatur als „hoch“ klassifizierte Mortalität ab 9 % (TAUSON et al., 2006) wurde in den Anlagen B (15,7 %) und D (29,9 %) beobachtet. In der Anlage A verendeten mit 6,4 % mehr als in den Anlagen C und E mit 2,7 % und 4,5 %. In den Anlagen mit höheren Mortalitätsraten (A, B und D) wurden zuvor auch erhöhte Verletzungsscores gemessen. Der zu erwartende Zusammenhang zwischen dem Anteil verletzter Hennen und der

Kannibalismus bedingten Mortalität wurde auch von KEPPLER (2008) und KJAER und SØRENSEN (2002) beschrieben. Der Großteil der Tiere der Anlagen A, B und D in vorliegenden Untersuchungen verendete infolge von Kannibalismusverletzungen, häufig wurde in diesen Anlagen der von SAVORY (1995) beschriebene „pick-out“, dem Fressen der abdominalen Organe, beobachtet. In den Anlagen C und E wurde dagegen kein Kannibalismus beobachtet und niedrigere Mortalitätsraten aufgezeichnet.

In Untersuchungen in Kleingruppenhaltungen von WEITZENBÜRGER (2005b) lag die höchste Mortalitätsrate bei 5,3 % (ohne signifikanten Einfluss der Legelinie). In Untersuchungen von TELLE (2011) wurden bei LSL Hennen, der gleichen untersuchten Anlagen wie in vorliegender Studie, hingegen Mortalitätsraten von 14,7 % bis 25,5 % in den Kleingruppen und 4,5 % in der Voliere aufgezeichnet. Dabei konnten die hohen Mortalitätsraten der Anlage C in der Vorgängerstudie von TELLE (2011) nicht durch Kannibalismus, sondern durch ein Krankheitsgeschehen erklärt werden.

Einige Autoren (WEITZENBÜRGER et al., 2005a; TAUSON et al., 2006) beobachteten einen direkten Zusammenhang zwischen der Gruppengröße und der Mortalität, wobei die Gruppen mit der niedrigsten Anzahl von Tieren die geringsten Mortalitätsraten hatten. Dies konnte in diesen Untersuchungen nicht bestätigt werden, hier waren es eher die kleinen Gruppen, welche höhere Mortalitätsraten aufwiesen. Das bestätigt, dass Kannibalismus ein multifaktorielles Problem ist, wobei die Gruppengröße nur ein möglicher Faktor von vielen ist.

Ein weiterer Faktor für den Ausbruch von Kannibalismus könnte, wie von HÖRNING (2009) beschrieben, die zunehmende Lichtintensität gewesen sein. Dies wurde in vorliegender Arbeit in der Anlage D beobachtet. Im fünften Legemonat wurde die Lichtintensität der Anlage D von 15 % auf 18 % der maximalen Lichtintensität des SLS-1 eingestellt, wobei im darauf folgenden sechsten Legemonat in dieser Anlage deutlich erhöhte Verluste verzeichnet wurden. In den Anlagen C und E, den Anlagen mit den höchsten gemessenen Beleuchtungsstärken (in Lux) wurden jedoch die niedrigsten Mortalitätsraten aufgezeichnet. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zur Untersuchung von KJAER und VESTERGAARD (1999), bei der signifikant höhere Mortalitätsraten bei 30 Lux im Vergleich zu 3 Lux beschrieben wurden.

Da Licht einen Einfluss auf das erhöhte Auftreten von Kannibalismus haben kann (HUGHES und DUNCAN, 1972) und insbesondere die Phase der Eiablage ein Risikofaktor für Kannibalismus ist (SAVORY, 1995), wurde in vorliegender Untersuchung in der Anlage D zwei, der sechs Nester der LSL Hennen abgedunkelt. In den mit zusätzlichen Nestvorhängen

abgedunkelten Abteilen (n = 2), wurde aber mit einer dennoch sehr hohen Mortalität von 28,8 % nur eine geringfügig niedrigere Mortalität als in Abteilen ohne zusätzlichen Nestvorhang (n = 4, 31,0 %) aufgezeichnet.

## 5.7 GESAMTDISKUSSION

---

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die in Kleingruppenhaltungen installierten Sitz- und Staubbadegelegenheiten das Aufbaumen und Staubbadeverhalten ermöglichen, jedoch eine vollständige und ungestörte Expression des Komfortverhaltens nicht möglich ist. Dies wurde auch von COOPER und ALBENTOSA (2003) beschrieben. Laut diesen Autoren ist die Ausübung des Komfortverhaltens in Voliersystemen dagegen prinzipiell möglich, aber aufgrund von hohen Besatzdichten und sozialer Konkurrenz unter Umständen nicht normal auszuführen. Das Staubbadeverhalten in der hier untersuchten Voliere (Anlage E) konnte eher ungestört ausgeführt werden als in den Kleingruppenhaltungen.

Die Sitzstangen und auch die Staubbadebereiche wurden von den Legehennen in dieser Studie in den Kleingruppen A, C und D sowie in der Voliere gut angenommen. Dies zeigt, wie wichtig diese Haltungseinrichtungen für die Tiere sind. Der geringere Anteil von Legehennen in den Einstreubereichen der Kleingruppenhaltung im Vergleich zur Bodenhaltung lässt schlussfolgern, dass der Einstreubereich noch größer sein sollte um mindestens 25 % bis 35 % der Hennen gleichzeitig einen Platz zu bieten. In einer Zusammenfassung von APPLEBY (1998) wird ein Bereich von 25 cm x 48 cm (1200 cm<sup>2</sup>) als ausreichend für zwei Legehennen und als Empfehlung der Minimalgröße einer Staubbadematte in einem ausgestalteten Käfig für vier bis fünf Hennen deklariert. Eine Legehenne benötigt somit einen Bereich von 600 cm<sup>2</sup> zum Staubbaden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dies lediglich als Bereich zum Staubbaden dient.

Die Hennen in den Kleingruppen nutzten in mehreren Fällen die höheren Sitzstangen (> 25 cm Höhe). Dies indiziert, dass sie einen Rückzugsort suchen und benötigen, und Sitzstangen in einer Höhe von über 25 cm installiert sein sollten. Von HUBER-EICHER und AUDIGE (1999) wurden insbesondere niedrige Sitzstangen als erhöhtes Risiko für Federpicken beschrieben. Hennen, die sich auf niedrigen Sitzstangen befinden, sind den Tieren auf dem Boden ausgesetzt, wobei das Picken häufig in Richtung der Kloake gerichtet ist (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998).

Die vorliegenden Ergebnisse bezüglich der Nutzung des Staubbadebereiches als auch der Durchführung des Staubbadens (Unterbrechungen, endgültige Beendigung) sprechen dafür,

dass die Hennen in den Anlagen A und B ihr Bedürfnis zur Durchführung des Staubbadeverhaltens nur unzureichend befriedigen konnten. In den Untersuchungen dieser Dissertation wurden zwar die einzelnen Phasen des Staubbadens nicht gesondert dokumentiert, es ist jedoch anzunehmen, dass auch hier die fehlende Wirksamkeit des Staubbadens in den Kleingruppenhaltungen eine Ursache für die verkürzten und häufig ohne erkennbaren Grund unterbrochenen Staubbadesequenzen waren. Die Hennen in der Anlage A und B zeigten mehr Pseudostaubbadeverhalten auf dem Gitter als Staubbadeverhalten auf der Matte. Dies bestätigt, dass Hennen pseudostaubbaden, obwohl ihnen ein Bereich zum Staubbaden zur Verfügung steht. Es ist anzunehmen, dass insbesondere in den Anlagen A und B der Staubbadebereich (Matte und Futter) in Größe, Gestaltung und/oder Substrat nicht die Bedürfnisse der Tiere befriedigt und deshalb nicht ausreichend angenommen wird. Die Anforderungen der TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006) bezüglich des Substrates im Einstreu, definiert als „Einstreumaterial von lockerer Struktur und in ausreichender Menge [...] das **allen** Legehennen ermöglicht, ihre artgemäßen Bedürfnisse, insbesondere Picken, Scharren und Staubbaden, zu befriedigen“ werden nicht vollständig erfüllt.

Pseudostaubbaden ist eine Verhaltensstörung (OESTER et al., 1997; HÖRNING, 2009) und wurde insbesondere in der Anlage A und B in deutlicher Form gezeigt. SAMBRAUS (1997) definiert eine Verhaltensstörung als eine hinsichtlich der Modalität erhebliche Abweichung vom Normalverhalten, die an einem nicht adäquaten Objekt ausgeführt wird. Das Pseudostaubbadeverhalten kann entsprechend als eine erhebliche Abweichung vom Normalverhalten, durchgeführt an einem nicht adäquaten Objekt (Drahtgitterboden), interpretiert werden. Auch das Staubbadeverhalten auf den Staubbadematten könnte teilweise als Verhaltensstörung angesehen werden, da es mit erheblich verkürzten Zeiten der Staubbadesequenzen, in der Dauer (Intensität) erheblich von der Norm abweicht. Das Auftreten der Verhaltensstörung Kannibalismus kann ebenfalls ein Zeichen dafür sein, dass das Haltungssystem nicht die Ansprüche der Tiere erfüllt (WEEKS und NICOL, 2006).

Unter Berücksichtigung der Durchführbarkeit der Verhaltensweise Staubbadeverhalten ist eine kritische Betrachtung des Haltungssystem Kleingruppenhaltung notwendig. Verhaltensstörungen können nach HIRT et al. (2007) als Ausdruck lang anhaltender, erheblicher Leiden angesehen werden. Dabei zählt insbesondere das Schein- oder Pseudostaubbaden als Leerlaufhandlung zu einer Fallgruppe von Verhaltensstörungen, die erhebliches Leiden anzeigt. In einigen der untersuchten Kleingruppenanlagen wurden mit hoher Inzidenz Verhaltensstörungen (Pseudostaubbaden, Kannibalismus) beobachtet. Auch



die Beeinträchtigung des Staubbadeverhaltens wird als Kriterium für erhebliches Leiden gesehen, wobei das Staubbaden auf dem Drahtgitter zu einer Bedürfnisspannung führt und diese als gestörtes Wohlbefinden oder Leiden interpretiert werden kann (MARTIN et al., 2005). Optimierungsmaßnahmen sollten dringend umgesetzt werden. Dazu zählt vor allem die Gestaltung des Staubbadebereiches in Form von zusammenhängenden Staubbadematten, die sich nicht mit anderen Funktionskreisen (z.B. Tränke) überlappen. Die Staubbadebereiche sollten außerdem nach oben genannter Berechnung vergrößert werden. Sitzstangen sollten so installiert werden, dass darauf ruhende Tiere nicht von anderen Tieren gestört werden. Eine Trennung von Funktionsbereichen sollte verstärkt werden. Um das Ausüben der artgemäßen Verhaltensweisen zu ermöglichen, dürfen sich Ruhebereich, Bereiche der Futter- und Wasseraufnahme und der Staubbadebereich nicht überlappen und sollten deutlich voneinander abgegrenzt sein.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

---

---

OPTIMIERUNG DER KLEINGRUPPENHALTUNG VON LEGEHENNEN  
SCHWERPUNKT: VERHALTEN UND LICHTMANAGEMENT VON LOHMANN  
SELECTED LEGHORN HENNEN

---

Diese Dissertation beschreibt Versuchsanordnung, Ergebnisse und Interpretation einer vergleichenden Beobachtungsstudie an Legehennen der Linien Lohmann Selected Leghorn in Kleingruppenhaltungen drei verschiedener Hersteller und in vier Anlagen (A, B, C und D) sowie in einer Bodenhaltung (Anlage E). Die Anlagen A bis D unterschieden sich in der Gruppengröße (von 33 bis 50 Tiere pro Abteil) sowie in der Anordnung und Einteilung der Funktionsbereiche Staubbad, Sitzstangen und Nest. In der Bodenhaltung befanden sich 100 Tiere pro Abteil. In allen Stallungen wurde ausschließlich Kunstbeleuchtung verwendet. Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Im Laufe der Legeperiode wurde während drei Untersuchungszeiträumen (1. UZR 24./25. Lebenswoche, 2. UZR 47./48. Lebenswoche, 3. UZR 63./64. Lebenswoche) für jeweils 48 Stunden Verhaltensbeobachtungen per Videoaufzeichnung durchgeführt. Die Kameras wurden so ausgerichtet, dass die Sitzstangen, der Staubbadbereich und der Gitterbereich der Abteile gut einsehbar waren. Die Auswertung der Aufzeichnungen erfolgte für die Hellphase und Dunkelphase getrennt. Während der Hellphase wurde anhand des „Focal Animal Sampling“ zu drei festgelegten Tageszeiträumen (TZ) das Staubbadeverhalten genau beobachtet. Die Zeiträume für das „Focal Animal Sampling“ waren 30 Minuten während (TZ I) und 60 Minuten nach der Dämmerungsphase in der Früh (TZ II) sowie 60 Minuten im Anschluss an das erste Einstreuintervall des Tages (TZ III). Dabei wurde die Dauer, die Häufigkeit und Ursache von Unterbrechungen sowie das Beenden des Staubbadens notiert. Der Anteil staubbadender Hennen auf der Staubbadematte und auf dem Gitter wurde anhand des „Behaviour Sampling“ jeweils stündlich, 30 Minuten nach Beginn der Hellphase, sowie im 20 Minuten Intervall während der Hauptstaubbadezeit (9:30 bis 14:30) dokumentiert. Der genaue Aufenthaltsort der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen wurde per „Scan Sampling“ 30 Minuten nach Beginn der Hellphase stündlich durchgeführt und während der Dunkelphase zu zwei Beobachtungszeitpunkten aufgezeichnet.

Die Beleuchtungsstärke wurde in der 31./34., 51. und 64./65. Lebenswoche nach dem Prinzip

der 6-Seiten-Messung in Lux gemessen, wobei der Mittelwert aus sechs Einzelwerten für jeden Untersuchungspunkt (Staubbad, Futtertrog, Legenest, Sektionsmitte) gebildet wurde. Eine Untersuchung auf Verletzungen der Haut wurde im Laufe der Legeperiode drei Mal durchgeführt.

In den Kleingruppenhaltungen (Anlagen A bis D) befanden sich während aller Untersuchungszeiträume signifikant weniger Tiere (12,8 % bis 10,9 %) im Bereich der Einstreumatte als in der Bodenhaltung (Anlage E, 27,6 % bis 35,7 %). Auf den Sitzstangen der Kleingruppenhaltung (22,1 % bis 26,8 %) wurden dagegen während der Hellphase mehr Tiere beobachtet als auf den Sitzgelegenheiten (Sitzstangen und Anflugbalkon) der Bodenhaltung (Anlage E, 15,1 % bis 11,3 %), teilweise waren diese Unterschiede signifikant. Während der Dunkelphase befanden sich in den Anlagen A bis D zwischen 59,5 % und 65,5 % der Hennen auf den Sitzstangen, in der Anlage E 64,3 % bis 68,4 % auf den Sitzgelegenheiten. In einigen Anlagen gab es deutlich erkennbare Präferenzen für unterschiedliche Sitzstangen. Während der Hellphase wurden z. B. in zwei der vier Kleingruppenanlagen, in denen Sitzstangen unter einer Tränkelinie installiert waren, diese signifikant mehr genutzt als andere Sitzstangen. Niedrige Sitzstangen, die nicht unter einer Tränkelinie verliefen, wurden dagegen weniger genutzt als die hohen Sitzstangen.

Das Staubbadeverhalten zeigte sowohl zwischen den Haltungssystemen Kleingruppenhaltung und Bodenhaltung, als auch zwischen den verschiedenen Kleingruppenanlagen Unterschiede. In der Anlage C mit der größten und zusammenhängenden Staubbadefläche wurden (teilweise signifikant) mehr Staubbadesequenzen im TZ III beobachtet als in den anderen Anlagen. Der Gesamtanteil staubbader Hennen im Tagesverlauf war in allen UZR in der Anlage B signifikant niedriger, als in den Anlagen A, C und D sowie im 2. und 3. UZR signifikant weniger, als in allen anderen Anlagen (A, C, D und E). In den Anlagen A und B wurde der größere Anteil der Tiere in allen UZR beim Staubbaden auf dem Gitter und nicht auf der dafür vorgesehenen Staubbadematte beobachtet, in der Anlage B war dieser Unterschied zu allen UZR, und in der Anlage A im 1. und 3. UZR signifikant. Staubbaden auf dem Gitter wurde insbesondere in den Anlagen A und B zu allen UZR und in der Anlage D während des 2. und 3. UZR signifikant häufiger im Bereich vor dem Futtertrog, als auf dem Gitter zwischen den Sitzstangen beobachtet. In den Anlagen C, D und E wurden während aller UZR signifikant mehr Tiere beim Staubbaden auf der Staubbadematte als auf dem Gitter beobachtet. In der Anlage E wurde zu keinem UZR Staubbadeverhalten auf dem Gitter beobachtet.

Die durchschnittliche Dauer einer Staubbadesequenz variierte, in allen Anlagen wurden sehr

kurze und sehr lange Staubbäder beobachtet. Das kürzeste beobachtete Staubbad betrug 0,07 Minuten (Anlage C), das längste 44,03 Minuten (Anlage D). In der Anlage B wurden in allen UZR durchschnittlich die kürzesten Staubbadedauern beobachtet.

Die Beendigung der Staubbadesequenzen zeigten Unterschiede zwischen dem Haltungssystem Kleingruppenhaltung und der Bodenhaltung, wobei ausschließlich in der Bodenhaltung in allen UZR signifikant mehr Staubbadesequenzen ohne als mit störendem Einfluss beendet wurden. Die Unterbrechung von Staubbädern wurde in allen UZR (im 2. und 3. UZR signifikant) in den Anlagen A, C und D häufiger beobachtet als in der Anlage E, zumeist ließ sich keine offensichtliche Erklärung für die Unterbrechung finden.

In der Anlage E wurden im Laufe der Legeperiode Beleuchtungsstärken von durchschnittlich 24,2 Lux, in den Kleingruppenanlagen höchstens durchschnittliche 7,5 Lux gemessen. Ein direkter Zusammenhang zwischen einer hohen Lichtintensität und starken Verletzungen bzw. höheren Mortalitäten konnte nicht beobachtet werden, jedoch wurden aufgrund des Kannibalismus der vorherigen Legeperioden die Anlagen A, B und D von Beginn der Legeperiode mit niedrigen Beleuchtungsstärken eingestellt.

In der Anlage A, in Abteilen mit horizontal installierten LED Lichtrohren über dem Staubbadebereich, wurde eine deutliche Steigerung der Beleuchtungsstärke (in Lux) erreicht. Dies war in der Anlage D nicht der Fall, möglicherweise weil die Beleuchtungsstärke vor allem von der Lage des Abteils im Stall und der daraus resultierenden Ausleuchtung durch die Leuchtstoffröhren abhing. In der Anlage D wurden im Tagesverlauf aller UZR in Abteilen ohne LED mehr staubbadende Hennen beobachtet als in Abteilen mit LED, in der Anlage A war dies nicht konstant, sondern variierte. Jedoch wurden in der Anlage A, in allen UZR im Tagesverlauf, mehr Hennen beim Staubbaden auf der Staubbadematte in Abteilen mit LED über diesem Bereich beobachtet. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass in weiterführenden Untersuchungen eher die Beleuchtungsstärke als das Vorhandensein von LED Lichtrohren als vergleichender Faktor verwendet werden sollte.

In der Anlage E wurden in allen UZR weniger bzw. weniger schwere Verletzungen notiert als in den Anlagen A, B, C und D. In der Anlage B wurden in allen UZR mehr bzw. schwerere Verletzungen aufgezeichnet als in den anderen Anlagen. In den Anlagen B und D wurden im Laufe der Legeperiode hohe Mortalitätsraten von 15,7 % (Anlage B) und 29,9 % (Anlage D) beobachtet. Die Hauptabgangsursache war in diesen Anlagen Kannibalismus.

In dieser Studie wurden die Verhaltensstörungen Pseudostaubbadeverhalten und Kannibalismus bei mehreren der untersuchten Kleingruppenanlagen beobachtet. Optimierungsmaßnahmen dieser Haltungsform zur Verbesserung der Möglichkeit der

Ausübung art eigener Verhaltensweisen erscheinen daher notwendig und sollten vor allem die Anordnung des Funktionsbereiches „Staubbad“ betreffen. Dafür sollte eine entsprechend große, zusammenhängende Fläche vorhanden sein, die 25 % bis 35 % der Tiere gleichzeitig Platz bietet. Andere Funktionsbereiche, z.B. Tränke, Futtertrog oder Sitzstangen sollten diesen Bereich nicht überlappen oder direkt anliegen.

## 7 SUMMARY

---

### OPTIMIZATION OF THE ENRICHED COLONY HOUSING SYSTEM FOR LAYING HENS KEY ASPECTS: BEHAVIOR AND LIGHT MANAGEMENT OF LOHMANN SELECTED LEGHORN HENS

---

This thesis describes the experimental design and the results of a comparative behavioral study of Lohmann Selected Leghorn laying hens housed in enriched colony housing systems of three different manufacturers in four facilities (A, B, C and D) and one deep litter system as a comparison (E). The facilities A to D differed in group size (33 to 50 animals per group) as well as in the alignment and division of the functional areas dust bath, perches and nest. In the deep litter system, 100 animals were housed per group. In all systems only artificial lighting was used. The study was funded by the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection and the German Federal Office for Agriculture and Food as part of the Program for encouragement of Innovation.

In order to study the behavior of the laying hens, video recordings of 48 hours duration were taken in three observational periods (ObPs) during the laying period (1<sup>st</sup> ObP 24/25 weeks of age, 2<sup>nd</sup> ObP 47/48 weeks of age, 3<sup>rd</sup> ObP 63/64 weeks of age). The cameras were installed so that an observation of the use of perches, dust bath area and wire mesh was possible. Day and night observations were analyzed separately. During the day time the dust bathing behavior was observed with the focal animal sampling method within three time slots (TZ). The time slots for the focal animal sampling were 30 minutes during the time of dawn in the early morning (TZ I), 60 minutes after the dawn in the morning (TZ II) and 60 minutes after the first filling of food into the litter area (TZ III). During this time it was observed how many and how long the hens dust bathe, why and in which frequency dust baths were interrupted and why dust baths were terminated. The fraction of dust bathing hens in the area of the dust bath and the wire mesh were noted through behavior sampling, hourly from 30 minutes after the start of the day onwards. During the main period of dust bathing (9:30 to 14:30 hours) the behavior sampling was done in a 20 minutes interval. The location of the hens in the functional areas of the housing system was observed through the scan sampling method, with an hourly interval 30 minutes after the beginning of the day light period. During the night time scan sampling was used twice to record the distribution of the laying hens in the system. The intensity of illumination was measured at three observation times (31<sup>st</sup>/34<sup>th</sup>, 51<sup>st</sup>, 64<sup>th</sup>/65<sup>th</sup> weeks of age) within the laying period. A six-directional-measurement was used to build an

average for each area of investigation (dust bath, feeding trough, laying nest, middle of the compartment). An inspection of injuries was done three times within the laying period.

Significantly fewer animals were seen in the area of the dust bath of the enriched colony housing systems (facility A to D; 12.8 % to 10.9 %) compared to the deep litter system (facility E; 27.6 % to 35.7 %) during the day period at all observational periods. However, during the daytime more hens were seen on the perches of the enriched colony housing systems (22.1 % to 26.8 %) than in the deep litter system (15.1 % to 11.3 %). 59.5 % to 65.5 % of the hens in the enriched colony housing systems used the perches during the night period. In the deep litter system, 64.3 % to 68.4 % of the hens used the roosts which included perches and bars for approaching the slats. A preference for different perches was seen in some of the facilities. During the daytime, perches which were positioned underneath the drinking trough in the enriched colony housing systems were used significantly more than others. Lower perches, which were not aligned underneath the drinking trough, were used less than higher perches of the enriched colony housing systems.

The dust bathing behavior showed differences both between the different enriched colony housing systems as well as the enriched colony housing systems and the deep litter system. The hens of the facility C, the facility with the larger and connected areas for dust bathing, showed (partly significant) more dust bath bouts in the TZ III than in the other facilities. In the facility B, the total fraction of dust bathing hens during the daytime was in all observational periods (ObPs) significantly lower than in the facilities A, C, and D, and in the second and third ObP significantly lower than in all other facilities (A, C, D and E). During all ObPs, the major fraction of dust bathing hens of the facilities A and B was observed dust bathing on the wire mesh rather than on the provided litter area. In the facility B, this difference was significant in all ObPs, in the facility A it was significant in the 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> ObP. The location of dust bathing on the wire mesh was observed and it was noted, that in the facilities A and B in all ObPs and in the facility D during the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> ObPs it was seen significantly more often in front of the feeding trough than on the wire mesh between the perches. In the facilities C, D and E significantly more animals were seen during all ObPs dust bathing on the provided litter area. No dust bathing on the wire mesh was observed in the facility E.

The average duration of a dust bath bout varied, in all facilities very short dust baths (shortest observed dust bath: 0.07 minutes, facility C) and very long dust baths (longest observed dust bath: 44.03 minutes, facility D) were observed. In the facility B, in all ObPs dust baths with the shortest average were observed (longest dust bath bout of the facility B: 5.60 minutes).

Regarding the termination of the dust bath bouts, differences between the enriched colony housing systems and the deep litter system were observed. At all observation periods solely in the facility E significantly more dust baths were terminated unobstructed than by disrupting influences. The disruption of dust baths was seen more frequently in the facility A, C and D than in the facility E in all observation periods (in the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> ObPs significant). Numerous times, no obvious reason for the disruption could be observed.

In the facility E, the average intensity of illumination was 24.2 lucas, in the enriched colony housing systems a maximum average of 7.5 lucas was measured. No direct coherence between high intensities of illumination and severe injuries/high mortality rates was noted. However, because of the cannibalism during the former laying periods (in the facility A, B and D), low intensities of illumination were adjusted from the begin of this study.

A clear increase of the intensity of illumination (measured in lucas) could be obtained in the facility A by installing LED lights horizontally above the litter area. In the facility D an enhancement of the light intensity in cages with LED lights above the litter area compared to cages which did not have these lights was not possible. This was probably because the intensity of illumination in this facility was dependent on the position of the cage in the system and the illumination of the cage by the luminescent screen tube. In the facility D, more dust bathing hens were observed throughout the day at all ObPs in cages without LED than in cages with LED. In the facility A, this observation was not constant. However, throughout the day of all ObPs more hens of the facility A were observed dust bathing in the litter area of cages with LED compared to cages without LED. The results of this thesis indicate that in following studies the intensity of illumination (in lucas) rather than the existence of LED lights should be used as a comparing factor regarding the use of the litter area in dependency to the illumination.

In the facility E, less severe and/or fewer injuries of the hens were noted than in the facilities A, B, C and D. The most severe and highest rate of injuries was noted in the facility B at all observation periods. In the facility B and D high mortality rates of 15.7 % (facility B) and 29.9 % (facility D) were recorded, the major cause of death in these facilities was cannibalism.

The results of this study showed the occurrence of the behavioral disorder 'sham dust bathing' and 'cannibalism' in several of the observed enriched colony housing systems. Measures to optimize the enriched colony housing systems in consideration of enhancing the possibility to perform normal behavior are necessary. These measures of optimization should mainly affect the area of the dust bath (litter). The size of the dust bath area should provide enough space



for 25 % to 35 % of the hens at the same time and should be one connected (not subdivided) area. Other functional areas, such as the drinking or feeding trough and perches should not cross or lie directly at the area of the dust bath.

~ 166 ~

## 9 LITERATURVERZEICHNIS

---

- ABRAHAMSSON, P., TAUSON, R., APPLEBY, M. C. (1996): Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *British Poultry Science* 37, 3, 521-540.
- ALLEN, J., PERRY, G. C. (1975): Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. *British Poultry Science* 16, 5, 441-451.
- ALVINO, G. M., TUCKER, C. B., ARCHER, G. S., MENCH, J. A. (2013): Astroturf as a dustbathing substrate for laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 146, 1-4, 88-95.
- APPLEBY, M. C., SMITH, S. F., HUGHES, B. O. (1993): Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare. *British Poultry Science* 34, 5, 835-847.
- APPLEBY, M. C. (1995): Perch length in cages for medium hybrid laying hens. *British Poultry Science* 36, 1, 23-31.
- APPLEBY, M. C. (1998): Modification of laying hen cages to improve behavior. *Poultry Science* 77, 12, 1828-1832.
- APPLEBY, M. C., WALKER, A. W., NICOL, C. J., LINDBERG, A. C., FREIRE, R., HUGHES, B. O., ELSON, H. A. (2002): Development of furnished cages for laying hens. *British Poultry Science* 43, 4, 489-500.
- APPLEBY, M. C., MENCH, J. A., HUGHES, B. O. (2004): *Poultry Behaviour and Welfare*. CABI Publishing. Oxfordshire, UK. ISBN 0851996671.
- BERGMANN, S., HEYN, E., TELLE, M., SCHWEIZER, C., DAMME, K., URSELMANS, S., ERHARD, M. (2011). Vergleichende Verhaltensbeobachtungen von LSL Hennen in der Kleingruppen- und Bodenhaltung. Vorgestellt bei der 43. Internationalen Tagung Angewandte Ethologie der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG) Freiburg. In: KTBL (Hrsg.): Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2011, KTBL-Schrift 489. ISBN 978-3-941583-58-0. Darmstadt.
- BESSEI, W. (2010): Zum Verhalten von Legehennen in Kleingruppenhaltung unter Tierschutzaspekten. *Archiv für Geflügelkunde* 74, 1, 6-12.
- BESTMAN, M., RUIS, M., HEIJMANS, J., VAN MIDDELKOOP, K. (2011): *Hühnersignale*. Roodbont Publisher. BC Zutphen. ISBN 978-90-8740-065-1.
- BLOKHUIS, H. J. (1984): Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science* 12, 3, 289-303.
- BLOKHUIS, H. J. (1989). The development and causation of feather pecking in the domestic fowl. PhD Thesis, Proefschrift Wageningen, Wageningen University, [S.l.].

- BLOKHUIS, H. J., WIEPKEMA, P. R. (1998): Studies of feather pecking in poultry. *Veterinary Quarterly* 20, 1, 6-9.
- BOSHOUWERS, F. M. G., NICAISE, E. (1987): Physical activity and energy expenditure of laying hens as affected by light intensity. *British Poultry Science* 28, 1, 155-163.
- BOSHOUWERS, F. M. G., NICAISE, E. (1993): Artificial light sources and their influence on physical activity and energy expenditure of laying hens. *British Poultry Science* 34, 1, 11-19.
- BVERFG. (2010). BVerfG, 2 BvF 1/07 vom 12.10.2010, Absatz-Nr. (1 - 135), [http://www.bverfg.de/entscheidungen/fs20101012\\_2bvf000107.html](http://www.bverfg.de/entscheidungen/fs20101012_2bvf000107.html), Bundesverfassungsgericht, Entscheidungen
- CARMICHAEL, N. L., WALKER, W., HUGHES, B. O. (1999): Laying hens in large flocks in a perchery system: Influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. *British Poultry Science* 40, 2, 165-176.
- COLSON, S., ARNOULD, C., MICHEL, V. (2007): Motivation to dust-bathe of laying hens housed in cages and in aviaries. *animal* 1, 03, 433-437.
- COOPER, J. J., ALBENTOSA, M. J. (2003): Behavioural Priorities of Laying Hens. *Avian and Poultry Biology Reviews* 14, 3, 127-149.
- CORDINER, L. S., SAVORY, C. J. (2001): Use of perches and nestboxes by laying hens in relation to social status, based on examination of consistency of ranking orders and frequency of interaction. *Applied Animal Behaviour Science* 71, 4, 305-317.
- DATHE, W. (2011). Gute Erfahrungen mit Vollspektrumlicht. *DGS Magazin*, 35, 24-30.
- DE JONG, I. C., FILLERUP, M., REUVEKAMP, B., FIKS, T. (2006). Lay Wel Welfare implications of changes in production systems for laying hens, Deliverable 4.5, Evaluation of substrate quality in two different housing systems (barn system and furnished cages) for laying hens with respect to dustbathing and foraging behaviour, SSPE-CT-2004-502315 AB Lelystad, The Netherlands: Animal Sciences Group of Wageningen UR, Division of Animal Husbandry, PO Box 65, 8200.
- DE JONG, I. C., WOLTHUIS-FILLERUP, M., VAN REENEN, C. G. (2007): Strength of preference for dustbathing and foraging substrates in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 104, 1-2, 24-36.
- DÖRING, S. (2012). Exploratory and dust-bathing behaviour in laying hens kept in commercial aviaries and furnished cages. Dissertation, Dr. agr., Universität Kassel, Witzenhausen.
- DOST, U. (2000): Das Kosmos-Buch Terraristik. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart. ISBN 3-440-07451-X.
- DUNCAN, E. T., APPLEBY, M. C., HUGHES, B. (1992): Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *British Poultry Science* 33, 1, 25-35.

- DUNCAN, I. J. H., WIDOWSKI, T. M., MALLEAU, A. E., LINDBERG, A. C., PETHERICK, J. C. (1998): External factors and causation of dustbathing in domestic hens. *Behavioural Processes* 43, 2, 219-228.
- ENGELMANN, C. (1984): *Leben und Verhalten unseres Hausgeflügel*. Neumann Verlag Leipzig. Radebeul. VLN 151-310/63/84.
- FAURE, J., JONES, R. (1982a): Effects of sex, strain and type of perch on perching behaviour in the domestic fowl. *Applied Animal Ethology* 8, 3, 281-293.
- FAURE, J., JONES, R. (1982b): Effects of age, access and time of day on perching behaviour in the domestic fowl. *Applied Animal Ethology* 8, 4, 357-364.
- FISCHER, V. S. (2009). *Evaluierung von unterschiedlich gestalteten Kleingruppensystemen und einer Bodenhaltung für zwei Legelinien hinsichtlich Legeleistung, Eiqualität, Tiergesundheit, Körperentwicklung, Mortalität und Stressparametern*. Dissertation, Dr. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.
- FÖLSCH, D. W., VESTERGAARD, K. (1981): *Das Verhalten von Hühnern*. Birkhäuser Verlag. Basel. ISBN 3-7643-1240-8.
- FÖLSCH, D. W., MÜLLER, A., DOLF, C. (1986): Die Bedeutung der Einstreu für Hühner in den Funktionsbereichen der Nahrungssuche und Körperpflege. In: KTBL (Hrsg.). *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1985* (168-176). KTBL-Schrift 311. Darmstadt. ISBN: 3-7843-1754-5.
- FOSSUM, O., JANSSON, D., ETTERLIN, P., VAGSHOLM, I. (2009): Causes of mortality in laying hens in different housing systems in 2001 to 2004. *Acta Veterinaria Scandinavica* 51, 1, 3.
- GUESDON, V., FAURE, J. (2008): A lack of dust-bathing substrate may not frustrate laying hens. *Archiv für Geflügelkunde* 72, 6, 241-249.
- GUNNARSSON, S. (1999): Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science* 40, 1, 12-18.
- GUNNARSSON, S., YNGVESSON, J., KEELING, L. J., FORKMAN, B. (2000): Rearing without early access to perches impairs the spatial skills of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 67, 3, 217-228.
- HEALY, T., THOMAS, J. (1973): Effects of dusting on plumage of japanese quail. *Wilson Bulletin* 85, 4, 442-448.
- HEIKKILÄ, M., WICHMAN, A., GUNNARSSON, S., VALROS, A. (2006): Development of perching behaviour in chicks reared in enriched environment. *Applied Animal Behaviour Science* 99, 1-2, 145-156.

- HERGT, F. (2007). Vergleichende Untersuchung zum Verhalten von Legehennen in Klein- und Großvolierenhaltung Dissertation, Dr. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität München München
- HIRT, A., MAISACK, C., MORITZ, J. (2007): Tierschutzgesetz, Kommentar. Verlag Franz Vahlen GmbH. ISBN 978 3 8006 32305.
- HOGAN, J. A., VAN BOXEL, F. (1993): Causal factors controlling dustbathing in Burmese red junglefowl: some results and a model. *Animal Behaviour* 46, 4, 627-635.
- HUBER-EICHER, B., WECHSLER, B. (1997): Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour* 54, 4, 757-768.
- HUBER-EICHER, B., AUDIGE, L. (1999): Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *British Poultry Science* 40, 5, 599-604.
- HUGHES, B. O., DUNCAN, I. J. H. (1972): The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *British Poultry Science* 13, 6, 525-547.
- KEPPLER, C. (2008). Untersuchungen wichtiger Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei unkupierten Legehennen in Boden- und Volierenhaltung mit Tageslicht unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtphase. Dissertation, Dr. agr., Universität Kassel, Witzenhausen.
- KJAER, J. B., VESTERGAARD, K. S. (1999): Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied Animal Behaviour Science* 62, 2-3, 243-254.
- KJAER, J. B., SØRENSEN, P. (2002): Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied Animal Behaviour Science* 76, 1, 21-39.
- LAMBE, N. R., SCOTT, G. B. (1998): Perching Behaviour and Preferences for Different Perch Designs Among Laying Hens. *Animal Welfare* 7, 2, 203-216.
- LEVINE, R. L., HUNTER, J. E., BORCHELT, P. L. (1974): Dustbathing as a regulatory mechanism. *Bulletin of Mathematical Biology* 36, 0, 545-553.
- LINDBERG, A. C., NICOL, C. J. (1997): Dustbathing in modified battery cages: Is sham dustbathing an adequate substitute? *Applied Animal Behaviour Science* 55, 1-2, 113-128.
- LUKANOV, H., ALEXIEVA, D. (2013): Trends in battery cage husbandry systems for laying hens. Enriched cages for housing laying hens. *Agricultural Science and Technology* 5, 2, 143-152.
- LUNDBERG, A. S., KEELING, L. J. (2003): Social effects on dustbathing behaviour in laying hens: using video images to investigate effect of rank. *Applied Animal Behaviour Science* 81, 1, 43-57.
- MANSER, C. E. (1996): Effects of Lighting on the Welfare of Domestic Poultry: A Review. *Animal Welfare* 5, 4, 341-360.

- MARTIN, C. D., MULLENS, B. A. (2012): Housing and dustbathing effects on northern fowl mites (*Ornithonyssus sylviarum*) and chicken body lice (*Menacanthus stramineus*) on hens. *Medical and Veterinary Entomology* 26, 3, 323-333.
- MARTIN, G., SAMBRAUS, H., STEIGER, A. (2005): Zusammenfassung. In G. Martin, H. Sambraus & A. Steiger (Hrsg.): *Das Wohlergehen von Legehennen in Europa - Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen* (Vol. Tierhaltung Band 28). Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung IGN und Verlag Universität Kassel. Kassel. ISBN 3-00-015577-5.
- MARTIN, P., BATESON, P. (2007): *Measuring Behaviour, An Introductory Guide*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. ISBN 978-0-521-53-563-2.
- MCADIE, T. M., KEELING, L. J. (2000): Effect of manipulating feathers of laying hens on the incidence of feather pecking and cannibalism. *Applied Animal Behaviour Science* 68, 3, 215-229.
- MOHAMMED, H. H., GRASHORN, M. A., BESSEL, W. (2010): The effects of lighting conditions on the behaviour of laying hens. *Archiv Geflügelkunde* 74, 3, 197-202.
- MÜLLER, J. (2004): *Handbuch der Lichttechnik*. PPVMEDIEN GmbH. Bergkirchen. ISBN 3-937841-16-4.
- NEWBERRY, R. C., ESTEVEZ, I., KEELING, L. J. (2001): Group size and perching behaviour in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 73, 2, 117-129.
- NICOL, C. J., GREGORY, N. G., KNOWLES, T. G., PARKMAN, I. D., WILKINS, L. J. (1999): Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 2, 137-152.
- NUBOER, J. F. W., COEMANS, M. A. J. M., VOS, J. J. (1992a): Artificial lighting in poultry houses: Are photometric units appropriate for describing illumination intensities? *British Poultry Science* 33, 1, 135-140.
- NUBOER, J. F. W., COEMANS, M. A. J. M., VOS, J. J. (1992b): Artificial lighting in poultry houses: Do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker? *British Poultry Science* 33, 1, 123-133.
- OESTER, H., FRÖHLICH, E., HIRT, H. (1997): *Wirtschaftsgeflügel*. In H. Sambraus & A. Steiger (Hrsg.): *Das Buch vom Tierschutz*. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. ISBN 3-432-29431-X.
- OLSSON, I. A. S., KEELING, L. J. (2000): Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. *Appl Anim Behav Sci* 68, 3, 243-256.
- OLSSON, I. A. S., KEELING, L. J., DUNCAN, I. J. H. (2002): Why do hens sham dustbathe when they have litter? *Applied Animal Behaviour Science* 76, 1, 53-64.
- OLSSON, I. A. S., KEELING, L. J. (2005): Why in earth? Dustbathing behaviour in jungle and domestic fowl reviewed from a Tinbergian and animal welfare perspective. *Applied Animal Behaviour Science* 93, 3, 259-282.

- PETHERICK, C. J., SEAWRIGHT, E., WADDINGTON, D., DUNCAN, I. J. H., MURPHY, L. B. (1995): The role of perception in the causation of dustbathing behaviour in domestic fowl. *Animal Behaviour* 49, 6, 1521-1530.
- PICKEL, T., SCHOLZ, B., SCHRADER, L. (2010): Perch material and diameter affects particular perching behaviours in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 127, 1, 37-42.
- PRESCOTT, N. B., WATHES, C. M. (1999): Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science* 40, 3, 332-339.
- PRESCOTT, N. B., JARVIS, J. R., WATHES, C. M. (2004): Vision in the laying Hen, Chapter 15. In G. C. Perry (Hrsg.), *Welfare of the Laying Hen*. CABI Publishing. Trowbridge, UK. ISBN 0 85199 813 5.
- QUINN, T. H., BAUMEL, J. J. (1990): The digital tendon locking mechanism of the avian foot (Aves). *Zoomorphology* 109, 5, 281-293.
- RÖNCHEN, S., SCHOLZ, B., HAMANN, H., DISTL, O. (2010): Use of functional areas, perch acceptance and selected behavioural traits in three different layer strains kept in furnished cages, small group systems and modified small group systems with elevated perches. *Archiv für Geflügelkunde* 74, 4, 256-264.
- ROZENBOIM, I., ZILBERMAN, E., GVARYAHU, G. (1998): New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Science* 77, 11, 1695-1698.
- RUBENE, D. (2009). Functional Differences in Avian Colour Vision: A Behavioural Test of Critical Flicker Fusion Frequency (CFF) for Different Wavelengths and Light Intensities. Masterarbeit, M. Sc., Uppsala University, Uppsala.
- RUIS, M. A. W., REUVEKAMP, B. F., GUNNINK, H., BINNENDIJK, G. P. (2010). The effect of optimized lighting conditions on feather pecking and production of laying hens. Report 335: Wageningen UR Livestock Research.
- SAMBRAUS, H. (1997): Normalverhalten und Verhaltensstörungen. In H. Sambraus & A. Steiger (Hrsg.): *Das Buch vom Tierschutz*. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. ISBN 3-432-29431-X.
- SANOTRA, G. S., VESTERGAARD, K. S., AGGER, J. F., LAWSON, L. G. (1995): The relative preferences for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Applied Animal Behaviour Science* 43, 4, 263-277.
- SAVORY, C. (1995): Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal* 51, 02, 215-219.
- SCHOLZ, B., URSELMANS, S., KJAER, J. B., SCHRADER, L. (2010): Food, wood, or plastic as substrates for dustbathing and foraging in laying hens: A preference test. *Poultry Science* 89, 8, 1584-1589.
- SCHOLZ, B., KJAER, J. B., URSELMANS, S., SCHRADER, L. (2011): Litter lipid content affects dustbathing behavior in laying hens. *Poultry Science* 90, 11, 2433-2439.



- SCHRADER, L., MÜLLER, B. (2009): Night-time roosting in the domestic fowl: The height matters. *Applied Animal Behaviour Science* 121, 3–4, 179-183.
- SCOTT, G. B., MAC ANGUS, G. (2004): The ability of laying hens to negotiate perches of different materials with clean or dirty surfaces. *Animal Welfare* 13, 3, 361-365.
- SEWERIN, K. (2002). Beurteilung der Tiergerechtigkeit des angereicherten Käfigtyps "Aviplus" unter besonderer Berücksichtigung ethologischer und gesundheitlicher Aspekte Lohmann Silver Legehennen Dissertation, Dr. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.
- SHIMMURA, T., EGUCHI, Y., UETAKE, K., TANAKA, T. (2007): Differences of behavior, use of resources and physical conditions between dominant and subordinate hens in furnished cages. *Animal Science Journal* 78, 3, 307-313.
- STEIGERWALD, K. (2006). Schleistung des Vogelauges - Perspektiven und Konsequenzen für die Haltung von Zier- und Wirtschaftsgeflügel unter Kunstlichtbedingungen. Dissertation, Dr. med. vet., Ludwig-Maximilians Universität, München.
- STRUELENS, E., TUYTTENS, F. A. M. (2009): Effects of perch design on behaviour and health of laying hens. *Animal Welfare* 18, 4, 533-538.
- STRUELENS, E., TUYTTENS, F. A. M., AMPE, B., ÖDBERG, F., SONCK, B., DUCHATEAU, L. (2009): Perch width preferences of laying hens. *British Poultry Science* 50, 4, 418-423.
- SZOLYENYI, W., KORBEL, R. (2000): Wie Hühner sehen. *Freiland Journal* 4, 6-8.
- TANAKA, T., HURNIK, J. (1991): Behavioral Responses of Hens to Simulated Dawn and Dusk Periods. *Poultry Science* 70, 3, 483-488.
- TAUSON, R., ELWINGER, K., HOLM, K.-E., WALL, H. (2006). Welfare Implications of changes in production systems for laying hens, Deliverables D.3.2-D.3.3., Work package 3, Health. Uppsala, Schweden: Swedish University of Agricultural Sciences, Funbo-Lövsta Research Centre.
- TELLE, M. (2011). Verhaltensbeobachtungen bei der Kleingruppenhaltung von Legehennen (LSL). Dissertation, Dr. med. vet., Ludwig Maximilians Universität, München.
- VAN LIERE, D. W., KOOIJMAN, J., WIEPKEMA, P. R. (1990): Dustbathing behaviour of laying hens as related to quality of dustbathing material. *Applied Animal Behaviour Science* 26, 1–2, 127-141.
- VAN LIERE, D. W. (1991). Function and organization of dustbathing in laying hens. PhD thesis, Proefschrift Wageningen, Wageningen University, Wageningen.
- VAN ROOIJEN, J. (2005): Dust Bathing and other comfort behaviours of domestic hens. In G. Martin, H. H. Sambras & C. Steiger (Hrsg.): *Das Wohlergehen von Legehennen in Europa - Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen* (Vol. Tierhaltung Band 28). Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung IGN, Verlag Universität Kassel. Kassel. ISBN 3-00-015577-5.

- VESTERGAARD, K. (1982): Dust-bathing in the domestic fowl — diurnal rhythm and dust deprivation. *Applied Animal Ethology* 8, 5, 487-495.
- VESTERGAARD, K. (1987): Dust-bathing of hens with and without access to sand. *Applied Animal Behaviour Science* 17, 3, 380.
- VESTERGAARD, K., BARANYIOVA, E. (1994): The control of dustbathing by pecking in young chicks *Applied Animal Behaviour Science* 40, 1, 98.
- VESTERGAARD, K. S., SKADHAUGE, E., LAWSON, L. G. (1997): The Stress of Not Being Able to Perform Dustbathing in Laying Hens. *Physiology & Behavior* 62, 2, 413-419.
- WECHSLER, B., HUBER-EICHER, B. (1998): The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 58, 1, 131-141.
- WEEKS, C. A., NICOL, C. J. (2006): Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *World's Poultry Science Journal* 62, 02, 296-307.
- WEHLITZ, R., SCHNEIDER, A., KLUNKER, M. (2011). Hühner sehen mehr. *DGS Magazin*, 48, 25-32.
- WEISE, H. (2007). Lichtbedingte Einflüsse auf Verhalten und Leistung in der Hähnchenmast - Eine Feldstudie unter Berücksichtigung tierschutzrechtlicher und wirtschaftlicher Aspekte. Dissertation, Dr. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- WEITZENBÜRGER, D., ANNE VITS, A., HAMANN, H., DISTL, O. (2005a): Mortalität und Abgangsursachen der Legelinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown in Kleingruppenhaltungssystemen und ausgestalteten Käfigen. *Züchtungskunde*, 77 5, 367-381.
- WEITZENBÜRGER, D. (2005b). Evaluierung von Kleingruppenhaltung und ausgestalteten Käfigen hinsichtlich Gesundheitsstatus, Körperzustand und bestimmter ethologischer Parameter bei den Legelinien Lohmann Selected Leghorn und Lohmann Brown Dissertation, Dr. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.
- WIDOWSKI, T., CASTON, L., LEESON, S., COOLEY, L., TORREY, S., GUERIN, M. (2012). Effect of cage size and space allowance on production and mortality of laying hens in furnished cages. Paper presented at the World's Poultry Congress, 5-9.8.2012, Salvador, Bahia, Brazil.
- WOOD-GUSH, D. G. M. (1971): *The Behaviour of the Domestic Fowl*. Nimrod Press LTD. Alton, Hants ISBN 1-85259-126-9.
- YEATES, N. T. M. (1963): The activity pattern in poultry in relation to photoperiod. *Animal Behaviour* 11, 2-3, 287-289.

### Internetzugriffe:

- ACOMED. (2013). Chi-Quadrat-Test (Vierfelder-Tafel). 2013, <http://www.acomed-statistik.de/download.html>, (Datum des Zugriffs: 4.5.2013)
- AGRARHEUTE.COM. (2013). Käfighaltung: EU verklagt Italien und Griechenland. 2013, <http://www.agrarheute.com/eu-kaefighaltung-klage>, (Datum des Zugriffs: 16.08.2013)
- BMELV. (2012). 86 Prozent aller Legehennen in Boden-, Freiland- und Öko-Haltung, Pressemitteilung 93, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 29.3.2012. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/2012/93-Legehennen.html>, (Datum des Zugriffs: 25.05.2013)
- EFSA. (2005). THE EFSA Journal, 197, 1-23, The welfare aspects of various systems of keeping laying hens; Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to the welfare aspects of various systems of keeping laying hens, European Food Safety Authority. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/197.pdf>, (Datum des Zugriffs: 18.01.2013)
- HÖRNING, B. (2009). Beurteilung der Tiergerechtigkeit der 'Kleingruppenhaltung' von Legehennen unter Berücksichtigung rechtlicher und ökonomischer Aspekte. Gutachten im Rahmen des Normenkontrollverfahrens vor dem Bundesverfassungsgericht, Im Auftrag von Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, Vorgelegt von Prof. Dr. agr. habil. Bernhard Hörning, Fachbereich für Ökologische Tierhaltung der Fachhochschule Eberswalde. <http://www.mulewf.rlp.de/?id=31884>, (Datum des Zugriffs: 29.09.2013)
- KEPPLER, C. (2009). Gutachten zum Risiko von Federpicken und Kannibalismus in der Kleingruppenhaltung nach der Tierschutz Nutztierhaltungsverordnung. Gutachten im Rahmen des Normenkontrollverfahrens vor dem Bundesverfassungsgericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, 62 p., <http://www.mulewf.rlp.de/?id=31884>, (Datum des Zugriffs: 28.07.2013)
- KRISTENSEN, H. (2008). The effects of light intensity, gradual changes between light and dark and definition of darkness for the behaviour and welfare of broiler chickens, laying hens, pullets and turkeys. Scientific Report for the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. University of Copenhagen, Department of Large Animal Sciences, Frederiksberg C., <http://www.vkm.no/dav/7643446bd0.pdf>, (Datum des Zugriffs: 15.08.2013)
- LEBENSMINISTERIUM.AT. (2011). Österreich Vorreiter bei Käfighaltungsverbot, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, Österreich. <http://www.lebensministerium.at/land/produktion-maerkte/tierische-produktion/tierschutz-tiergesundheit/kaefighaltungsverbot.html>, (Datum des Zugriffs: 14.09.2013)
- OSRAM. (2013). Produktbeschreibung Lumilux T8, L36W/830. 2013, [http://www.osram.de/osram\\_de/produkte/lampen/leuchtstofflampen/leuchtstofflampen-t8/lumilux-t8/index.jsp?productId=ZMP\\_60408](http://www.osram.de/osram_de/produkte/lampen/leuchtstofflampen/leuchtstofflampen-t8/lumilux-t8/index.jsp?productId=ZMP_60408), (Datum des Zugriffs: 11.08.2013)
- PRESSE. (2012). Die Presse, Legehennen: Käfigverbot wird für EU zum Bumerang. [http://diepresse.com/home/politik/eu/741638/Legehennen\\_Kaefigverbot-wird-fuer-EU-zum-Bumerang](http://diepresse.com/home/politik/eu/741638/Legehennen_Kaefigverbot-wird-fuer-EU-zum-Bumerang), (Datum des Zugriffs: 20.3.2012)

REITER, T. (2013). Statistik, Zuverlässigkeit & Qualitätsmanagement.  
<http://www.reiter1.com/Glossar/Glossar.htm>, (Datum des Zugriffs: 26.5.2013)

### **Gesetze, Richtlinien, Verordnungen und Europaratsempfehlungen:**

EUOPARATSEMPFEHLUNGEN. (1995). Empfehlungen in Bezug auf Haushühner der Art Gallus Gallus, Europaratsempfehlungen des Ständigen Ausschusses, Europäisches Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, angenommen vom Ständigen Ausschluß am 28. November 1995 auf seiner 30. Sitzung.

RL1999/74/EG. Richtlinie 1999/74/EG des Rates vom 19. Juli 1999 zur Festlegung von Mindestanforderungen für den Schutz von Legehennen (ABl. L 203, 3.8.1999).

TIERSCHG. (2006). Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das durch Artikel 4 Absatz 90 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist.

TIERSCHNUTZTV. (2006). Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. Tierschutz Nutztierhaltungsverordnung - TierSchNutzTV in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 1.10.2009 (BGBl. I S. 3223) geändert worden ist.

## 10 ANHANG

## 10.1 VERTEILUNG DER LEGEHENNEN IM HALTUNGSSYSTEM

**Tabelle 27:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	1.11 (40)	1.12 (40)	1.13 (40)	1.14 (40)			
Sitzstangen	18,30	20,00	17,32	18,48	18,53	4,35%	0,58%
Staubbad	7,32	9,38	7,41	9,20	8,33	2,61%	0,35%
Gitter	56,79	52,59	59,73	56,16	56,32	6,42%	0,86%
Nicht gesehen	17,59	18,04	15,54	16,16	16,83	6,68%	0,89%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (39)			
Sitzstangen	16,52	16,92	16,16	16,67	16,57	5,58%	0,75%
Staubbad	9,91	8,46	6,52	9,16	8,51	2,75%	0,37%
Gitter	57,23	58,65	56,88	57,42	57,54	7,51%	1,00%
Nicht gesehen	16,34	15,98	20,45	16,76	17,38	6,7%	0,90%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (36)			
Sitzstangen	26,43	25,75	26,70	25,69	26,14	8,17%	1,09%
Staubbad	6,88	8,27	6,25	6,55	6,99	2,22%	0,30%
Gitter	48,21	50,94	50,36	48,91	49,61	8,40%	1,12%
Nicht gesehen	18,48	15,04	16,70	18,85	17,27	5,73%	0,77%

**Tabelle 28:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Dunkelfase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	1.11 (40)	1.12 (40)	1.13 (40)	1.14 (40)			
Sitzstangen	54,38	54,38	57,50	56,88	55,78	2,98%	1,05%
Staubbad	1,25	0,63	0,00	1,88	0,94	1,11%	0,39%
Gitter	28,13	31,25	20,63	25,63	26,41	5,80%	2,05%
Nicht gesehen	16,25	13,75	21,88	15,63	16,88	4,48%	1,58%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (39)			
Sitzstangen	55,63	69,87	50,00	67,76	60,81	9,37%	3,31%
Staubbad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%
Gitter	23,13	10,26	18,75	20,40	18,13	6,78%	2,40%
Nicht gesehen	21,25	19,87	31,25	11,84	21,05	10,13%	3,58%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (36)			
Sitzstangen	66,25	74,31	67,50	78,95	71,75	6,05%	2,14%
Staubbad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%
Gitter	14,38	6,25	12,50	15,13	12,06	4,08%	1,44%
Nicht gesehen	19,38	19,44	20,00	5,92	16,19	6,77%	2,39%

**Tabelle 29:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	2.15 (33)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (33)			
Sitzstangen	24,03	26,73	29,76	26,30	26,70	6,31%	0,84%
Staubbad	9,85	9,63	8,98	8,87	9,33	3,15%	0,42%
Gitter	41,23	40,15	35,50	41,02	39,48	6,48%	0,87%
Nicht gesehen	24,89	23,48	25,76	23,81	24,49	5,25%	0,70%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	2.15 (32)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (32)			
Sitzstangen	28,79	23,81	26,30	24,11	25,75	5,31%	0,71%
Staubbad	10,83	13,42	11,26	10,16	11,41	3,67%	0,49%
Gitter	37,83	36,80	37,12	41,52	38,32	7,13%	0,95%
Nicht gesehen	22,54	25,97	25,32	24,22	24,52	6,90%	0,92%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	2.15 (31)	2.16 (33)	2.17 (32)	2.18 (30)			
Sitzstangen	34,91	23,81	27,90	28,33	28,74	7,49%	1,00%
Staubbad	9,56	10,71	10,71	8,33	9,83	3,37%	0,45%
Gitter	36,87	41,23	37,28	39,52	38,73	9,10%	1,22%
Nicht gesehen	18,66	24,24	24,11	23,81	22,71	9,05%	1,21%

**Tabelle 30:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Dunkelperiode, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	2.15 (33)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (33)			
Sitzstangen	70,45	65,15	73,48	70,45	69,89	6,40%	2,26%
Staubbad	0,00	0,76	0,00	0,76	0,38	0,70%	0,25%
Gitter	14,39	10,61	6,06	12,88	10,98	5,17%	1,83%
Nicht gesehen	15,15	23,48	20,45	15,91	18,75	4,43%	1,57%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	2.15 (32)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (32)			
Sitzstangen	71,09	61,36	46,21	60,94	59,90	10,14%	3,58%
Staubbad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%
Gitter	3,13	1,52	0,76	0,78	1,54	2,05%	0,72%
Nicht gesehen	25,78	37,12	53,03	38,28	38,55	10,65%	3,77%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	2.15 (31)	2.16 (33)	2.17 (32)	2.18 (30)			
Sitzstangen	71,77	53,79	55,47	56,67	59,42	8,28%	2,93%
Staubbad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%
Gitter	0,81	3,79	1,56	0,00	1,54	1,82%	0,64%
Nicht gesehen	27,42	42,42	42,97	43,33	39,04	7,64%	2,70%



**Tabelle 31:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>						
	<b>Abteil ID</b> Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)			<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Funktionsbereich</b>	<b>3.1</b> (50)	<b>3.2</b> (50)	<b>3.3</b> (50)			
<b>Sitzstangen</b>	17,36	19,14	19,00	18,50	6,08%	0,94%
<b>Staubbad</b>	17,36	16,36	14,71	16,14	3,71%	0,57%
<b>Gitter</b>	39,86	41,43	44,14	41,81	6,97%	1,08%
<b>Nicht gesehen</b>	25,43	23,07	22,14	23,55	6,86%	1,06%
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>						
	<b>Abteil ID</b> Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)			<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Funktionsbereich</b>	<b>3.1</b> (50)	<b>3.2</b> (48)	<b>3.3</b> (50)			
<b>Sitzstangen</b>	19,29	19,49	22,71	20,50	6,99%	1,08%
<b>Staubbad</b>	15,50	13,32	12,14	13,65	3,16%	0,49%
<b>Gitter</b>	45,93	48,66	48,14	47,58	7,80%	1,20%
<b>Nicht gesehen</b>	19,29	18,53	17,00	18,27	6,02%	0,93%
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>						
	<b>Abteil ID</b> Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)			<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Funktionsbereich</b>	<b>3.1</b> (50)	<b>3.2</b> (48)	<b>3.3</b> (49)			
<b>Sitzstangen</b>	24,64	22,92	25,36	24,31	5,70%	0,88%
<b>Staubbad</b>	15,14	14,06	11,95	13,72	2,79%	0,43%
<b>Gitter</b>	43,50	47,25	47,59	46,11	8,02%	1,24%
<b>Nicht gesehen</b>	16,71	15,77	15,09	15,86	5,71%	0,88%

**Tabelle 32:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Dunkelphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>						
	<b>Abteil ID</b> Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)			<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Funktionsbereich</b>	<b>3.1</b> (50)	<b>3.2</b> (50)	<b>3.3</b> (50)			
<b>Sitzstangen</b>	61,50	42,50	55,50	53,17	10,07%	4,11%
<b>Staubbad</b>	10,00	12,00	8,00	10,00	1,90%	0,77%
<b>Gitter</b>	9,00	15,00	11,50	11,83	2,79%	1,14%
<b>Nicht gesehen</b>	19,50	30,50	25,00	25,00	7,13%	2,91%
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>						
	<b>Abteil ID</b> Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)			<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Funktionsbereich</b>	<b>3.1</b> (50)	<b>3.2</b> (48)	<b>3.3</b> (50)			
<b>Sitzstangen</b>	62,50	64,58	62,50	63,19	4,79%	1,96%
<b>Staubbad</b>	9,50	5,21	0,50	5,07	4,53%	1,85%
<b>Gitter</b>	7,50	11,98	6,50	8,66	2,96%	1,21%
<b>Nicht gesehen</b>	20,50	18,23	30,50	23,08	6,81%	2,78%
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>						
	<b>Abteil ID</b> Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)			<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Funktionsbereich</b>	<b>3.1</b> (50)	<b>3.2</b> (48)	<b>3.3</b> (49)			
<b>Sitzstangen</b>	60,50	71,88	62,24	64,87	5,78%	2,36%
<b>Staubbad</b>	3,00	5,73	5,61	4,78	2,13%	0,87%
<b>Gitter</b>	2,00	7,29	5,61	4,97	2,69%	1,10%
<b>Nicht gesehen</b>	34,50	15,10	26,53	25,38	8,81%	3,59%

**Tabelle 33:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>									
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittel- wert aller Abteile	SD	SEM
Funktions- bereich	4.4 (40)	4.5 (40)	4.6 (40)	4.7 (40)	4.8 (40)	4.19 (40)			
Sitzstangen	22,50	23,75	28,57	25,09	24,46	24,29	24,78	7,21%	0,79%
Staubbad	18,21	18,39	17,59	15,00	17,77	16,96	17,32	3,30%	0,36%
Gitter	40,00	40,89	38,13	40,45	42,23	41,70	40,57	6,78%	0,74%
Nicht gesehen	19,29	16,96	15,71	19,46	15,54	17,05	17,34	5,75%	0,63%
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>									
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittel- wert aller Abteile	SD	SEM
Funktions- bereich	4.4 (38)	4.5 (27)	4.6 (34)	4.7 (33)	4.8 (38)	4.19 (39)			
Sitzstangen	25,19	25,79	32,25	32,03	29,51	26,56	28,56	7,89%	0,86%
Staubbad	17,11	13,49	14,08	12,77	14,94	12,27	14,11	4,17%	0,45%
Gitter	43,61	47,22	32,67	42,53	43,33	46,43	42,63	9,15%	1,00%
Nicht gesehen	14,10	13,49	21,01	12,66	12,22	14,74	14,70	8,03%	0,88%
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>									
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittel- wert aller Abteile	SD	SEM
Funktions- bereich	4.4 (35)	4.5 (0)	4.6 (0)	4.7 (0)	4.8 (34)	4.19 (38)			
Sitzstangen	26,63	Abteile aufgrund hoher Mortalitätsraten aus dem Versuch ausgeschieden!			28,47	29,10	28,07	8,71%	1,34%
Staubbad	13,47				14,29	12,94	13,57	4,09%	0,63%
Gitter	47,04				41,81	42,64	43,83	9,69%	1,50%
Nicht gesehen	12,86				15,44	15,32	14,54	7,82%	1,21%

**Tabelle 34:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Dunkelfase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)									
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	4.4 (40)	4.5 (40)	4.6 (40)	4.7 (40)	4.8 (40)	4.19 (40)			
Sitzstangen	61,25	64,38	65,63	48,13	80,00	77,50	66,15	12,56%	3,63%
Staubbad	20,63	0,00	0,00	0,63	0,00	0,63	3,65	8,06%	2,33%
Gitter	2,50	10,63	20,00	20,00	14,38	7,50	12,50	7,63%	2,20%
Nicht gesehen	15,63	25,00	14,38	31,25	5,63	14,38	17,71	9,61%	2,77%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)									
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	4.4 (38)	4.5 (27)	4.6 (34)	4.7 (33)	4.8 (38)	4.19 (39)			
Sitzstangen	54,61	50,00	58,82	45,45	55,26	59,62	53,96	6,89%	1,99%
Staubbad	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%
Gitter	10,53	8,33	13,97	13,64	7,89	16,03	11,73	3,65%	1,05%
Nicht gesehen	34,87	41,67	27,21	40,91	36,84	24,36	34,31	7,84%	2,26%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)									
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	4.4 (35)	4.5 (0)	4.6 (0)	4.7 (0)	4.8 (34)	4.19 (38)			
Sitzstangen	74,29	Abteile aufgrund hoher Mortalitätsraten aus dem Versuch ausgeschieden!			64,71	59,21	66,07	8,90%	3,64%
Staubbad	0,00				0,00	0,66	0,22	0,54%	0,22%
Gitter	2,86				2,21	23,68	9,58	12,84%	5,24%
Nicht gesehen	22,86				33,09	16,45	24,13	8,33%	3,40%

**Tabelle 35:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)					
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	5.9 (100)	5.10 (100)			
Sitzstangen	8,61	6,89	7,75	2,73%	0,52%
Anflugbalkon	7,75	7,04	7,39	2,45%	0,46%
Staubbad	25,86	27,82	26,84	6,12%	1,16%
Gitter	31,36	30,04	30,70	3,67%	0,69%
Nicht gesehen	26,43	28,21	27,32	5,30%	1,00%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)					
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	5.9 (99)	5.10 (96)			
Sitzstangen	6,64	6,58	6,61	4,00%	0,76%
Anflugbalkon	5,48	3,98	4,73	2,14%	0,40%
Staubbad	28,68	34,71	31,69	7,29%	1,38%
Gitter	33,23	26,82	30,02	6,39%	1,21%
Nicht gesehen	25,97	27,90	26,94	8,31%	1,57%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)					
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	5.9 (97)	5.10 (94)			
Sitzstangen	8,98	7,67	8,33	5,19%	0,98%
Anflugbalkon	6,11	4,03	5,07	2,31%	0,44%
Staubbad	29,01	35,14	32,08	7,62%	1,44%
Gitter	31,81	32,22	32,02	5,96%	1,13%
Nicht gesehen	24,08	20,93	22,51	7,34%	1,39%

**Tabelle 36:** Verteilung der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Dunkelfase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Hennen in den verschiedenen Funktionsbereichen in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)					
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	5.9 (100)	5.10 (100)			
Sitzstangen	40,25	50,75	45,50	6,10%	3,05%
Anflugbalkon	20,00	17,50	18,75	0,85%	0,43%
Staubbad	1,00	1,25	1,13	1,85%	0,92%
Gitter	19,00	11,00	15,00	0,75%	0,38%
Anteil nicht gesehen	19,75	19,50	19,63	5,49%	2,75%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)					
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	5.9 (99)	5.10 (96)			
Sitzstangen	40,15	45,83	42,99	3,34%	1,67%
Anflugbalkon	20,96	22,92	21,94	1,23%	0,62%
Staubbad	0,00	1,82	0,91	1,99%	1,00%
Gitter	19,95	16,67	18,31	4,39%	2,19%
Anteil nicht gesehen	18,94	12,76	15,85	2,93%	1,46%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)					
	Abteil ID Anteil der Hennen in % (Anzahl der beobachteten Tiere)		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Funktionsbereich	5.9 (97)	5.10 (94)			
Sitzstangen	39,95	47,07	43,51	4,25%	2,13%
Anflugbalkon	27,06	22,61	24,83	0,49%	0,25%
Staubbad	1,03	0,80	0,91	2,66%	1,33%
Gitter	27,32	18,35	22,84	3,86%	1,93%
Anteil nicht gesehen	4,64	11,17	7,90	5,36%	2,68%

## 10.2 SITZSTANGENPRÄFERENZEN

**Tabelle 37:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	1.11 (40)	1.12 (40)	1.13 (40)	1.14 (40)			
L1	7,67	3,67	10,41	4,84	6,65	5,40%	0,72%
L2	6,38	17,12	12,84	14,77	12,78	7,63%	1,02%
L3	39,63	28,75	31,65	31,21	32,81	8,59%	1,15%
L4	5,34	15,18	7,31	13,98	10,45	8,20%	1,10%
L5	4,50	4,24	5,29	2,93	4,24	4,78%	0,64%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (39)			
L1	10,10	4,02	3,98	4,19	5,57	6,38%	0,85%
L2	10,80	18,90	13,93	15,75	14,84	8,98%	1,20%
L3	29,46	29,96	31,36	31,57	30,59	8,46%	1,13%
L4	8,76	11,46	12,30	12,55	11,27	8,11%	1,08%
L5	9,48	4,01	6,09	3,49	5,77	6,93%	0,93%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (36)			
L1	4,92	3,23	9,23	4,43	5,45	4,97%	0,66%
L2	11,16	18,86	12,32	9,37	12,93	7,49%	1,00%
L3	30,15	31,44	30,83	32,30	31,18	7,19%	0,96%
L4	13,90	11,02	9,31	16,49	12,68	7,07%	0,94%
L5	8,12	3,07	6,22	4,61	5,51	5,25%	0,70%

**Tabelle 38:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage A während der Dunkelperiode, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Tiere pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	1.11 (40)	1.12 (40)	1.13 (40)	1.14 (40)			
L1	22,65	13,72	19,23	23,75	19,84	4,63%	1,64%
L2	13,59	14,73	18,32	15,60	15,56	3,58%	1,26%
L3	16,91	19,44	15,98	19,15	17,87	2,35%	0,83%
L4	11,78	21,06	19,00	12,44	16,07	4,58%	1,62%
L5	9,97	4,68	2,83	2,83	5,07	3,83%	1,35%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (39)			
L1	18,59	15,41	23,48	22,30	19,94	4,57%	1,61%
L2	24,08	17,77	17,68	15,30	18,71	3,81%	1,35%
L3	12,53	17,80	11,31	18,31	14,99	3,47%	1,23%
L4	17,81	18,65	22,32	14,44	18,30	3,88%	1,37%
L5	4,07	4,81	2,91	3,85	3,91	1,66%	0,59%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	1.11 (40)	1.12 (38)	1.13 (40)	1.14 (36)			
L1	24,73	20,84	27,54	21,78	23,72	2,96%	1,05%
L2	13,05	13,89	16,53	19,48	15,74	2,92%	1,03%
L3	13,32	15,27	12,05	14,07	13,68	1,64%	0,58%
L4	19,29	15,26	15,73	20,15	17,61	2,64%	0,93%
L5	6,30	10,43	5,47	0,82	5,75	4,28%	1,51%



**Tabelle 39:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	2.15 (33)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (33)			
L1	21,00	20,21	19,58	24,18	21,24	5,89%	0,79%
Q1	25,35	17,19	21,58	14,29	19,60	10,73%	1,43%
Q2	17,83	16,72	19,62	18,36	18,13	10,19%	1,36%
Q4	18,59	21,07	19,71	16,23	18,90	10,88%	1,45%
Q5	17,15	26,06	21,86	21,36	21,61	10,37%	1,39%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	2.15 (32)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (32)			
L1	19,18	25,10	19,86	24,90	22,26	6,31%	0,84%
Q1	18,47	20,72	20,75	16,80	19,18	10,58%	1,41%
Q2	23,35	18,24	16,22	16,85	18,67	8,84%	1,18%
Q4	19,75	15,82	25,00	16,73	19,33	9,30%	1,24%
Q5	22,30	12,98	20,05	17,92	18,31	10,13%	1,35%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	2.15 (31)	2.16 (33)	2.17 (32)	2.18 (30)			
L1	22,08	17,71	21,42	20,73	20,48	6,44%	0,86%
Q1	15,40	24,22	19,01	18,10	19,18	10,11%	1,35%
Q2	19,77	21,68	19,20	24,72	21,34	9,89%	1,32%
Q4	17,18	25,22	16,80	19,92	19,78	9,67%	1,29%
Q5	23,62	16,75	22,75	16,91	20,01	12,17%	1,63%

**Tabelle 40:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage B während der Dunkelperiode, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	2.15 (33)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (33)			
L1	17,13	22,53	20,00	20,48	20,04	2,13%	0,75%
Q1	25,52	17,10	22,68	21,29	21,65	3,54%	1,25%
Q2	19,07	18,43	30,23	24,57	23,08	5,59%	1,98%
Q4	17,86	20,52	6,05	22,95	16,85	7,18%	2,54%
Q5	27,00	18,69	22,68	11,50	19,96	6,38%	2,25%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	2.15 (32)	2.16 (33)	2.17 (33)	2.18 (32)			
L1	20,34	21,79	25,84	28,77	24,19	4,27%	1,51%
Q1	24,12	29,65	13,28	29,72	24,20	8,56%	3,02%
Q2	12,68	12,21	11,22	9,35	11,36	3,76%	1,33%
Q4	16,23	5,23	9,62	11,18	10,57	5,23%	1,85%
Q5	27,67	29,65	31,61	7,51	24,11	11,06%	3,91%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)							
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)				Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	2.15 (31)	2.16 (33)	2.17 (32)	2.18 (30)			
L1	18,68	19,51	19,28	24,33	20,45	2,66%	0,94%
Q1	27,84	38,34	44,80	22,63	33,40	9,60%	3,40%
Q2	11,43	1,89	11,56	16,55	10,36	6,13%	2,17%
Q4	18,00	8,17	1,89	12,16	10,05	6,64%	2,35%
Q5	27,96	34,56	25,34	18,50	26,59	6,50%	2,30%

**Tabelle 41:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in %.

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)						
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)			Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	3.1 (50)	3.2 (50)	3.3 (50)			
L1	22,55	17,45	17,37	19,12	6,77%	1,05%
L3	23,03	14,55	16,99	18,19	7,79%	1,20%
Q1	6,86	7,70	11,38	8,65	6,33%	0,98%
Q2	8,22	14,13	12,69	11,68	7,25%	1,12%
Q4	7,21	10,52	9,49	9,07	6,58%	1,01%
Q5	7,12	9,94	7,65	8,23	6,69%	1,03%
L2	0,35	1,18	0,54	0,69	1,31%	0,20%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)						
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)			Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	3.1 (50)	3.2 (48)	3.3 (50)			
L1	20,81	16,70	15,11	17,54	5,80%	0,90%
L3	23,52	14,28	18,11	18,63	7,70%	1,19%
Q1	8,14	8,82	11,76	9,57	5,70%	0,88%
Q2	7,51	14,91	10,20	10,87	5,55%	0,86%
Q4	7,21	11,95	11,32	10,16	6,08%	0,94%
Q5	6,66	10,25	9,72	8,88	5,11%	0,79%
L2	0,88	0,39	0,30	0,53	1,01%	0,16%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)						
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)			Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	3.1 (50)	3.2 (48)	3.3 (49)			
L1	23,50	17,37	13,31	18,06	6,18%	0,95%
L3	24,11	17,25	18,92	20,09	6,62%	1,02%
Q1	8,07	9,50	11,84	9,80	4,68%	0,72%
Q2	5,21	11,77	10,13	9,03	5,77%	0,89%
Q4	6,92	9,21	13,05	9,73	4,74%	0,73%
Q5	6,16	8,42	7,10	7,23	4,23%	0,65%
L2	0,70	1,40	1,14	1,08	1,16%	0,18%

**Tabelle 42:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage C während der Dunkelperiode, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)						
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)			Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	3.1 (50)	3.2 (50)	3.3 (50)			
L1	11,38	13,58	11,21	12,06	1,79%	0,73%
L2	9,51	12,39	9,28	10,39	2,66%	1,09%
Q1	18,87	7,82	12,94	13,21	5,28%	2,16%
Q2	10,39	8,47	6,47	8,44	1,79%	0,73%
Q4	8,62	16,93	10,14	11,90	4,22%	1,72%
Q5	8,62	11,02	12,28	10,64	2,62%	1,07%
L3	4,55	3,15	6,71	4,80	1,99%	0,81%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)						
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)			Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	3.1 (50)	3.2 (48)	3.3 (50)			
L1	17,64	16,54	18,96	17,71	1,92%	0,78%
L2	18,19	18,32	16,71	17,74	2,06%	0,84%
Q1	15,87	5,16	15,39	12,14	5,67%	2,31%
Q2	4,46	7,10	5,93	5,83	3,12%	1,27%
Q4	0,61	7,74	3,88	4,08	3,33%	1,36%
Q5	5,14	12,26	8,92	8,77	3,43%	1,40%
L3	6,29	4,11	2,94	4,45	1,61%	0,66%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)						
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)			Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	3.1 (50)	3.2 (48)	3.3 (49)			
L1	18,14	14,33	18,63	17,03	2,21%	0,90%
L2	18,19	16,99	18,06	17,75	1,87%	0,76%
Q1	17,85	6,37	17,66	13,96	6,18%	2,52%
Q2	7,31	4,05	5,91	5,76	1,69%	0,69%
Q4	1,96	9,87	4,58	5,47	3,67%	1,50%
Q5	2,65	16,24	7,20	8,70	6,20%	2,53%
L3	4,48	3,94	1,95	3,46	1,23%	0,50%

**Tabelle 43:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)									
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	4.4 (40)	4.5 (40)	4.6 (40)	4.7 (40)	4.8 (40)	4.19 (40)			
M	19,51	21,92	17,15	16,51	24,74	22,44	20,38	6,23%	0,68%
L1	16,46	14,03	15,24	19,26	10,41	15,44	15,14	5,75%	0,63%
L2	9,72	9,75	15,48	10,03	11,04	6,65	10,45	6,59%	0,72%
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)									
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	4.4 (38)	4.5 (27)	4.6 (34)	4.7 (33)	4.8 (38)	4.19 (39)			
M	21,70	18,87	18,66	17,39	20,57	21,93	19,85	5,54%	0,60%
L1	15,22	15,39	18,07	16,80	12,44	15,06	15,50	4,90%	0,53%
L2	8,19	12,47	8,51	12,59	15,40	8,09	10,88	5,99%	0,65%
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)									
	Abteil ID (Anzahl der beobachteten Tiere)						Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	4.4 (35)	4.5 (0)	4.6 (0)	4.7 (0)	4.8 (34)	4.19 (38)			
M	22,26	Abteile aufgrund hoher Mortalitätsraten aus dem Versuch ausgeschieden!			20,79	23,11	22,05	6,15%	0,95%
L1	14,61				11,97	14,77	13,78	5,24%	0,81%
L2	8,29				14,87	6,65	9,94	5,97%	0,92%

**Tabelle 44:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage D während der Dunkelfase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%).

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>									
	<b>Abteil ID</b> (Anzahl der beobachteten Tiere)						<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Sitzstange</b>	<b>4.4</b> (40)	<b>4.5</b> (40)	<b>4.6</b> (40)	<b>4.7</b> (40)	<b>4.8</b> (40)	<b>4.19</b> (40)			
<b>M</b>	13,16	16,34	12,38	15,72	13,97	17,68	14,87	2,42%	0,70%
<b>L1</b>	11,65	7,27	9,59	9,34	14,58	9,38	10,30	2,90%	0,84%
<b>L2</b>	27,66	29,61	32,25	27,27	21,65	24,04	27,08	3,76%	1,09%
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>									
	<b>Abteil ID</b> (Anzahl der beobachteten Tiere)						<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Sitzstange</b>	<b>4.4</b> (38)	<b>4.5</b> (27)	<b>4.6</b> (34)	<b>4.7</b> (33)	<b>4.8</b> (38)	<b>4.19</b> (39)			
<b>M</b>	12,13	2,95	1,56	5,52	7,97	9,44	6,60	3,90%	1,13%
<b>L1</b>	22,36	18,86	20,00	36,50	24,59	20,90	23,87	6,37%	1,84%
<b>L2</b>	12,11	32,50	32,90	0,00	15,20	18,78	18,58	12,12%	3,50%
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>									
	<b>Abteil ID</b> (Anzahl der beobachteten Tiere)						<b>Mittelwert aller Abteile</b>	<b>SD</b>	<b>SEM</b>
<b>Sitzstange</b>	<b>4.4</b> (35)	<b>4.5</b> (0)	<b>4.6</b> (0)	<b>4.7</b> (0)	<b>4.8</b> (34)	<b>4.19</b> (38)			
<b>M</b>	0,00	Abteile aufgrund hoher Mortalitätsraten aus dem Versuch ausgeschieden!			0,00	1,90	0,63	0,99%	0,41%
<b>L1</b>	30,30				25,84	27,16	27,76	3,35%	1,37%
<b>L2</b>	18,84				26,02	20,84	21,90	5,60%	2,28%

**Tabelle 45:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Hellphase, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Anflugbalkon bzw. Sitzstange in Prozent (%); Sitzstangen sind **fett** markiert, Anflugbalkone *kursiv*.

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)					
	Abteil ID		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	5.9	5.10			
<i>C1</i>	4,91	7,47	6,19	3,68	0,70
<i>C2</i>	7,85	7,32	7,59	3,63	0,69
<b>A</b>	4,01	2,15	3,08	4,49	0,85
<i>B</i>	11,10	10,86	10,98	5,43	1,03
<b>K1</b>	8,21	7,02	7,61	3,29	0,62
<b>K2</b>	13,63	14,41	14,02	5,54	1,05
<b>F1</b>	0,09	0,00	0,04	0,22	0,04
<b>F2</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>F3</b>	0,11	0,23	0,17	0,49	0,09
<b>F4</b>	0,11	0,54	0,32	0,91	0,17
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)					
	Abteil ID		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	5.9	5.10			
<i>C1</i>	7,28	5,36	6,32	4,88	0,92
<i>C2</i>	4,75	4,20	4,47	3,05	0,58
<b>A</b>	3,28	3,06	3,17	4,85	0,92
<i>B</i>	10,78	10,85	10,81	5,72	1,08
<b>K1</b>	6,41	5,15	5,78	3,22	0,61
<b>K2</b>	15,86	19,43	17,65	5,61	1,06
<b>F1</b>	0,21	0,32	0,27	1,00	0,19
<b>F2</b>	0,15	0,00	0,07	0,39	0,07
<b>F3</b>	0,99	1,63	1,31	2,20	0,42
<b>F4</b>	0,29	0,00	0,15	0,54	0,10
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)					
	Abteil ID		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	5.9	5.10			
<i>C1</i>	5,01	4,20	4,60	2,82	0,53
<i>C2</i>	6,66	4,58	5,62	3,62	0,68
<b>A</b>	2,96	1,32	2,14	3,73	0,70
<i>B</i>	9,29	9,34	9,32	4,34	0,82
<b>K1</b>	7,64	7,60	7,62	3,83	0,72
<b>K2</b>	15,20	20,90	18,05	6,26	1,18
<b>F1</b>	0,19	0,84	0,51	1,37	0,26
<b>F2</b>	0,00	0,69	0,34	1,26	0,24
<b>F3</b>	2,53	0,18	1,36	2,17	0,41
<b>F4</b>	0,52	0,35	0,44	0,99	0,19

**Tabelle 46:** Sitzstangenpräferenz der Legehennen in den einzelnen Abteilen der Anlage E während der Dunkelperiode, über drei Untersuchungszeiträume, dargestellt als mittlerer Anteil der Legehennen pro Meter Sitzstange in Prozent (%); Sitzstangen sind **fett** markiert, Anflugbalkone *kursiv*.

SD = Standardabweichung, SEM = Standardfehler des Mittelwertes

1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)					
	Abteil ID		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	5.9	5.10			
<i>C1</i>	6,85	6,22	6,54	0,43	0,22
<i>C2</i>	8,51	6,59	7,55	1,13	0,57
<b>A</b>	7,69	6,40	7,05	0,91	0,45
<i>B</i>	1,23	0,00	0,62	0,78	0,39
<b>K1</b>	8,71	11,17	9,94	1,43	0,71
<b>K2</b>	4,97	5,87	5,42	0,66	0,33
<b>F1</b>	4,98	4,94	4,96	0,42	0,21
<b>F2</b>	1,46	0,55	1,01	0,58	0,29
<b>F3</b>	3,74	5,50	4,62	1,21	0,61
<b>F4</b>	1,86	2,75	2,31	0,56	0,28
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)					
	Abteil ID		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	5.9	5.10			
<i>C1</i>	9,70	7,76	8,73	1,40	0,70
<i>C2</i>	6,61	6,43	6,52	0,36	0,18
<b>A</b>	6,62	5,49	6,06	1,24	0,62
<i>B</i>	0,83	2,46	1,64	1,01	0,50
<b>K1</b>	8,47	10,80	9,64	1,36	0,68
<b>K2</b>	3,92	4,93	4,43	0,60	0,30
<b>F1</b>	5,37	6,07	5,72	0,66	0,33
<b>F2</b>	0,83	2,85	1,84	1,18	0,59
<b>F3</b>	5,98	1,70	3,84	2,60	1,30
<b>F4</b>	1,66	1,52	1,59	0,69	0,35
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)					
	Abteil ID		Mittelwert aller Abteile	SD	SEM
Sitzstange	5.9	5.10			
<i>C1</i>	10,96	8,20	9,58	1,64	0,82
<i>C2</i>	9,24	4,58	6,91	2,69	1,35
<b>A</b>	8,47	5,34	6,91	1,81	0,91
<i>B</i>	0,00	3,44	1,72	1,98	0,99
<b>K1</b>	6,16	11,46	8,81	3,16	1,58
<b>K2</b>	3,64	4,96	4,30	0,89	0,45
<b>F1</b>	4,81	7,07	5,94	1,42	0,71
<b>F2</b>	0,57	2,29	1,43	1,00	0,50
<b>F3</b>	3,65	0,76	2,20	1,70	0,85
<b>F4</b>	2,51	1,90	2,20	0,72	0,36



### 10.3 STAUBBADEVERHALTEN

**Tabelle 47:** Vergleich der Anlagen bezüglich der Staubbadnutzung als **prozentualer Anteil** sowie als absolute Zahl der Tiere (in Klammern) im Bereich des Staubbades während der Hellphase über drei Untersuchungszeiträume, bezogen auf 24 h in einem 48 h Beobachtungsintervall mit Darstellung des 95% Konfidenzintervalls (KI) des Mittelwertes (Untergrenze [U] und Obergrenze [O]).

Anlage A			Anlage B			Anlage C			Anlage D			Anlage E		
Anteil der Hennen im Einstreu	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Hennen im Einstreu	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Hennen im Einstreu	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Hennen im Einstreu	95 % KI U	95 % KI O	Anteil der Hennen im Einstreu	95 % KI U	95 % KI O
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)														
8,2 % (13,10/160)	7,7	8,7	9,5 % (12,52/132)	8,9	10,1	15,9 % (23,85/150)	15,1	16,7	17,6 % (42,15/240)	17,0	18,1	27,6 % (55,15/200)	25,9	29,3
Mittelwert der Kleingruppen: 12,78%														
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)														
8,7 % (13,67/157)	8,2	9,2	11,7 % (15,23/130)	11,0	12,4	13,8 % (20,44/148)	13,1	14,6	14,0 % (29,27/209)	13,3	14,6	35,7 % (69,63/195)	33,3	38,2
Mittelwert der Kleingruppen: 12,05%														
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)														
7,3 % (11,27/154)	6,8	7,8	9,8 % (12,40/126)	9,2	10,5	13,2 % (19,40/147)	12,5	13,9	13,2 % (14,13/107)	12,3	14,1	34,4 % (65,65/191)	31,9	36,9
Mittelwert der Kleingruppen: 10,89%														

**Tabelle 48:** Dauer der Staubbadevorgänge der Legehennen in den Anlagen A bis C, im Tageszeitraum I, II und III, während der drei Untersuchungszeiträume: Mindestdauer (mind.), Durchschnittliche Dauer und Maximale (max.) Staubbadedauer in Minuten sowie Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM); n = Anzahl der beobachteten Staubbadevorgänge.

	Anlage A					Anlage B					Anlage C				
	n = Anzahl SB Vorgänge					n = Anzahl SB Vorgänge					n = Anzahl SB Vorgänge				
	mind.	ø	max.	SD	SEM	mind.	ø	max.	SD	SEM	mind.	ø	max.	SD	SEM
1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)															
TZ I	n = 0					n = 0					n = 0				
TZ II	n = 0					n = 0					n = 0				
TZ III	n = 29					n = 5					n = 63				
	0,15	3,54	20,92	4,21	0,78	0,25	1,89	3,28	1,18	0,53	0,07	4,05	17,05	4,55	0,57
2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)															
TZ I	n = 0					n = 0					n = 0				
TZ II	n = 0					n = 0					n = 0				
TZ III	n = 24					n = 4					n = 76				
	0,70	10,04	35,38	6,92	1,41	0,37	1,95	4,00	1,61	0,81	0,13	7,77	28,23	6,96	0,80
3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)															
TZ I	n = 0					n = 0					n = 0				
TZ II	n = 1					n = 0					n = 1				
	4,95	4,95	4,95	4,95	-						9,07	9,07	9,07	9,07	-
TZ III	n = 27					n = 9					n = 59				
	0,18	8,00	21,15	6,43	1,24	0,52	2,81	5,60	1,80	0,60	0,13	8,75	36,68	7,32	0,95

**Tabelle 49:** Dauer der Staubbadevorgänge der Legehennen in den Anlagen D und E, im Tageszeitraum I, II und III, während der drei Untersuchungszeiträume: Mindestdauer, Durchschnittliche Dauer und Maximale Staubbadedauer in Minuten sowie Standardabweichung (SD) und einfacher Standardfehler des Mittelwertes (SEM); n = Anzahl der beobachteten Staubbadevorgänge.

	Anlage D					Anlage E				
	n = Anzahl SB Vorgänge					N = Anzahl SB Vorgänge				
	mind.	ø	max.	SD	SEM	mind.	ø	max.	SD	SEM
	1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)									
TZ I	n = 0					n = 1				
						9,02	9,02	9,02	-	-
TZ II	n = 13					n = 5				
	0,15	2,32	6,05	2,05	0,57	0,87	8,94	15,58	5,55	2,48
TZ III	n = 56					n = 35				
	0,32	8,57	44,03	9,04	1,21	1,22	10,61	31,67	8,21	1,39
	2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)									
TZ I	n = 0					n = 3				
						0,77	7,89	21,80	12,04	6,95
TZ II	n = 3					n = 4				
	1,90	7,17	13,85	6,10	3,52	4,50	8,75	17,48	5,91	2,96
TZ III	n = 78					n = 46				
	0,10	6,79	24,33	6,28	0,71	0,47	9,46	26,68	7,84	1,16
	3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)									
TZ I	n = 0					n = 0				
TZ II	n = 6					n = 4				
	0,47	4,17	12,43	4,22	1,72	2,23	4,00	6,97	2,13	1,06
TZ III	n = 39					n = 24				
	0,23	7,01	31,40	7,28	1,17	0,38	8,45	31,28	7,26	1,48

## 10.4 LICHTMANAGEMENT

## 10.4.1 LUXMESSUNGEN - EINZELWERTE

**Tabelle 50:** Darstellung der Einzelmesswerte der Beleuchtungsstärke in LUX aller Untersuchungszeiträume, der Funktionsbereiche der Abteile der Anlagen A bis E.

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Sand- bad	Futter- trog	Lege- nest	Sektions- mitte
A	1	15	ja	1.22	oben	1,48	0,59	0,68	1,48
					unten	0,86	0,89	0,45	0,87
					rechts	1,57	2,04	1,59	2,52
					links	0,90	1,13	1,81	1,04
					vorne	2,48	2,38	2,17	3,42
					hinten	2,02	0,29	0,28	0,82
					<b>Mittelwert</b>	<b>1,55</b>	<b>1,22</b>	<b>1,16</b>	<b>1,69</b>
A	1	15	nein	1.13	oben	0,94	1,49	0,98	1,62
					unten	0,12	0,51	0,12	0,61
					rechts	0,77	1,83	0,21	1,53
					links	0,70	1,63	1,07	2,32
					vorne	2,71	1,92	1,84	2,33
					hinten	0,22	0,33	0,25	0,51
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,91</b>	<b>1,29</b>	<b>0,75</b>	<b>1,49</b>
A	1	15	ja	1.23	oben	4,32	0,41	0,30	0,79
					unten	2,82	0,39	0,17	0,32
					rechts	1,84	0,91	0,47	1,11
					links	4,12	0,84	0,71	0,73
					vorne	2,23	1,24	0,72	1,33
					hinten	7,29	0,18	0,23	0,80
					<b>Mittelwert</b>	<b>3,77</b>	<b>0,66</b>	<b>0,43</b>	<b>0,85</b>
A	1	15	nein	1.11	oben	0,69	0,86	0,58	1,16
					unten	0,10	0,31	0,10	0,37
					rechts	0,55	0,45	0,88	1,54
					links	0,27	1,42	0,65	0,92
					vorne	1,57	1,61	1,42	1,78
					hinten	0,36	0,26	0,19	0,36
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,59</b>	<b>0,82</b>	<b>0,64</b>	<b>1,02</b>
A	2	15	ja	1.22	oben	6,17	0,28	0,40	0,91
					unten	2,96	0,43	0,23	0,57
					rechts	5,01	1,2	0,67	1,66
					links	3,12	0,99	0,41	0,98
					vorne	2,05	1,13	0,98	1,01
					hinten	8,10	0,19	0,20	0,56
					<b>Mittelwert</b>	<b>4,57</b>	<b>0,70</b>	<b>0,48</b>	<b>0,95</b>

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Sand- bad	Futter- trog	Lege- nest	Sektions- mitte
A	2	15	nein	1.13	oben	0,97	0,84	0,71	1,40
					unten	0,74	0,76	0,35	0,84
					rechts	1,88	1,54	0,76	1,20
					links	0,95	1,06	1,84	1,49
					vorne	2,67	2,43	2,01	1,81
					hinten	2,10	0,33	0,28	0,34
					<b>Mittelwert</b>	<b>1,55</b>	<b>1,16</b>	<b>0,99</b>	<b>1,18</b>
A	2	15	ja	1.23	oben	8,17	0,35	0,58	0,99
					unten	4,18	1,01	0,58	0,67
					rechts	5,53	0,38	0,18	0,98
					links	3,98	1,44	0,71	1,07
					vorne	2,61	1,21	0,32	0,79
					hinten	8,89	0,91	0,18	0,21
					<b>Mittelwert</b>	<b>5,56</b>	<b>0,88</b>	<b>0,43</b>	<b>0,79</b>
A	2	15	nein	1.11	oben	0,76	1,51	0,79	1,63
					unten	0,18	0,81	0,22	0,71
					rechts	0,84	1,76	0,33	1,64
					links	0,53	1,64	1,41	2,03
					vorne	2,71	1,77	2,01	2,41
					hinten	0,41	0,49	0,23	0,67
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,91</b>	<b>1,33</b>	<b>0,83</b>	<b>1,52</b>
A	3	15	ja	1.22	oben	4,13	0,33	0,31	0,85
					unten	2,68	0,28	0,16	0,47
					rechts	4,92	1,15	0,60	1,53
					links	1,96	0,54	0,33	0,51
					vorne	1,61	0,92	0,65	1,12
					hinten	9,39	0,15	0,20	0,90
					<b>Mittelwert</b>	<b>4,12</b>	<b>0,56</b>	<b>0,38</b>	<b>0,90</b>
A	3	15	nein	1.13	oben	0,34	1,06	0,31	1,09
					unten	0,09	0,30	0,15	0,41
					rechts	0,29	0,91	0,49	0,99
					links	0,45	1,15	0,71	1,21
					vorne	1,01	1,57	1,36	1,58
					hinten	0,21	0,23	0,17	0,40
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,40</b>	<b>0,87</b>	<b>0,53</b>	<b>0,95</b>

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Sand- bad	Futter- trog	Lege- nest	Sektions- mitte
A	3	15	ja	1.23	oben	14,47	0,70	0,58	1,06
					unten	3,01	0,21	0,19	0,59
					rechts	5,11	1,29	0,42	0,94
					links	4,10	1,07	0,52	2,40
					vorne	22,59	0,32	0,37	1,11
					hinten	3,31	1,21	0,97	2,02
					<b>Mittelwert</b>	<b>8,77</b>	<b>0,80</b>	<b>0,51</b>	<b>1,35</b>
A	3	15	nein	1.11	oben	0,70	0,78	0,66	1,29
					unten	0,10	0,21	0,18	0,21
					rechts	0,74	1,38	1,32	0,69
					links	0,52	1,15	0,77	0,88
					vorne	0,18	1,50	0,19	0,25
					hinten	2,09	0,20	0,63	1,78
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,72</b>	<b>0,87</b>	<b>0,63</b>	<b>0,85</b>
B	1	15	nein	2.15	oben	0,13	0,65	0,22	0,65
					unten	0,06	0,35	0,10	0,35
					rechts	0,40	1,25	0,26	1,25
					links	0,41	0,91	0,36	0,91
					vorne	0,95	1,38	1,00	1,38
					hinten	0,18	0,33	0,24	0,33
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,36</b>	<b>0,81</b>	<b>0,36</b>	<b>0,81</b>
B	1	15	nein	2.20	oben	0,28	0,68	0,45	0,68
					unten	0,05	0,15	0,10	0,15
					rechts	0,42	1,17	0,31	1,17
					links	0,21	0,71	0,36	0,71
					vorne	0,81	1,31	0,87	1,31
					hinten	0,17	0,20	0,29	0,20
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,32</b>	<b>0,70</b>	<b>0,40</b>	<b>0,70</b>
B	1	15	nein	2.18	oben	0,67	1,16	0,55	1,05
					unten	0,11	0,52	0,09	0,54
					rechts	0,52	1,70	0,75	1,23
					links	0,86	1,89	0,77	2,05
					vorne	2,19	1,80	1,59	2,33
					hinten	0,24	0,43	0,18	0,35
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,77</b>	<b>1,25</b>	<b>0,66</b>	<b>1,26</b>
B	1	15	nein	2.21	oben	0,81	1,25	0,80	1,62
					unten	0,08	0,35	0,10	0,33
					rechts	0,69	1,45	0,78	1,02
					links	0,76	1,42	0,88	1,82
					vorne	1,25	1,73	1,53	2,31
					hinten	0,22	0,35	0,19	0,35
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,64</b>	<b>1,09</b>	<b>0,71</b>	<b>1,24</b>

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Sand- bad	Futter- trog	Lege- nest	Sektions- mitte
B	2	15	nein	2.15	oben	1,48	2,57	1,28	2,60
					unten	0,32	0,89	0,53	0,71
					rechts	0,48	1,84	1,46	1,51
					links	0,59	1,57	1,39	1,39
					vorne	2,55	2,01	1,76	1,17
					hinten	0,85	0,32	0,98	0,22
					<b>Mittelwert</b>	<b>1,05</b>	<b>1,53</b>	<b>1,23</b>	<b>1,27</b>
B	2	15	nein	2.20	oben	0,98	1,26	0,54	1,23
					unten	0,13	0,37	0,25	0,47
					rechts	0,79	1,67	0,84	1,56
					links	0,84	1,48	0,71	0,91
					vorne	1,36	1,74	1,38	1,64
					hinten	0,27	0,38	0,31	0,41
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,73</b>	<b>1,15</b>	<b>0,67</b>	<b>1,04</b>
B	2	15	nein	2.18	oben	0,99	0,87	0,44	0,78
					unten	0,17	0,22	0,20	0,51
					rechts	0,54	1,98	0,37	1,34
					links	0,87	0,75	1,19	1,99
					vorne	0,99	0,20	0,27	2,10
					hinten	0,34	1,04	0,43	0,45
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,65</b>	<b>0,84</b>	<b>0,48</b>	<b>1,20</b>
B	2	15	nein	2.21	oben	0,81	0,74	0,81	1,75
					unten	0,10	0,21	0,12	0,84
					rechts	0,56	1,41	0,31	1,35
					links	0,34	0,64	1,09	2,43
					vorne	0,76	1,45	1,91	2,13
					hinten	0,25	0,40	0,36	0,57
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,47</b>	<b>0,81</b>	<b>0,77</b>	<b>1,51</b>
B	3	15	nein	2.15	oben	0,28	0,60	0,38	0,60
					unten	0,07	0,26	0,07	0,26
					rechts	0,31	1,08	0,35	1,08
					links	0,52	0,60	0,21	0,60
					vorne	0,99	1,15	0,93	1,15
					hinten	0,18	0,26	0,14	0,26
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,39</b>	<b>0,66</b>	<b>0,35</b>	<b>0,66</b>
B	3	15	nein	2.20	oben	0,41	0,86	0,52	0,86
					unten	0,10	0,18	0,09	0,18
					rechts	0,27	0,65	0,33	0,65
					links	0,40	1,06	0,31	1,06
					vorne	0,93	1,15	0,91	1,15
					hinten	0,13	0,25	0,23	0,25
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,37</b>	<b>0,69</b>	<b>0,40</b>	<b>0,69</b>

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Sand- bad	Futter- trog	Lege- nest	Sektions- mitte
B	3	15	nein	2.18	oben	0,15	0,55	0,26	0,88
					unten	0,17	0,35	0,15	0,32
					rechts	0,54	0,99	0,39	1,31
					links	0,25	0,85	0,47	0,91
					vorne	0,11	0,19	0,19	0,22
					hinten	0,67	1,05	0,76	1,38
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,32</b>	<b>0,66</b>	<b>0,37</b>	<b>0,84</b>
B	3	15	nein	2.21	oben	0,36	0,84	0,39	0,92
					unten	0,09	0,40	0,11	0,14
					rechts	0,55	1,09	0,57	0,97
					links	0,33	0,96	0,50	0,99
					vorne	0,14	0,21	0,18	0,10
					hinten	0,72	0,90	0,89	1,50
					<b>Mittelwert</b>	<b>0,37</b>	<b>0,73</b>	<b>0,44</b>	<b>0,77</b>



An-lage	U Z R	Pro- zent	L E D	I D	Gang- seite	Mess- richtung	Staub- bad vorne	Staub- bad hinten	Futter- trog	Nest vorne	Nest hinten	Sektions- mitte
C	1	12	Ja	3	LI	oben	0,38	0,40	0,51	0,07	0,09	13,72
						unten	0,28	0,29	0,14	0,05	0,06	1,79
						rechts	0,71	0,89	1,08	0,34	0,08	5,98
						links	0,92	0,49	0,69	0,07	0,08	0,98
						vorne	0,19	1,04	1,24	0,07	0,10	7,09
						hinten	1,56	0,20	0,44	0,13	0,09	5,41
						<b>Mittel- wert</b>	<b>0,67</b>	<b>0,55</b>	<b>0,68</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>	<b>5,83</b>
C	1	12	Ja	3	RE	oben	2,81	1,87	0,84	0,11	0,08	
						unten	0,56	0,40	0,22	0,08	0,06	
						rechts	1,08	1,77	1,06	0,12	0,06	
						links	2,31	1,01	0,68	0,17	0,09	
						vorne	0,25	3,54	1,47	0,09	0,30	
						hinten	2,24	0,33	0,53	0,63	0,06	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,54</b>	<b>1,49</b>	<b>0,80</b>	<b>0,20</b>	<b>0,11</b>	
C	1	12	Ja	2	LI	oben	1,72	1,88	2,44	0,17	0,17	15,33
						unten	0,24	0,22	0,45	0,14	0,11	1,75
						rechts	3,22	1,01	3,81	0,17	0,16	3,35
						links	1,33	2,45	1,10	0,20	0,27	2,48
						vorne	0,73	2,70	1,39	0,14	1,32	6,23
						hinten	1,66	0,45	5,98	0,20	0,15	5,34
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,48</b>	<b>1,45</b>	<b>2,53</b>	<b>0,17</b>	<b>0,36</b>	<b>5,75</b>
C	1	12	Ja	2	RE	oben	4,11	3,59	2,32	0,23	0,26	
						unten	0,43	0,42	0,61	0,07	0,12	
						rechts	2,98	2,59	1,39	0,35	0,20	
						links	2,19	2,12	3,98	0,19	0,64	
						vorne	0,74	4,65	1,48	0,16	0,69	
						hinten	4,65	0,50	4,51	0,21	0,16	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>2,52</b>	<b>2,31</b>	<b>2,38</b>	<b>0,20</b>	<b>0,35</b>	
C	1	12	Ja	1	LI	oben	1,35	1,19	2,56	0,13	0,20	14,02
						unten	0,24	0,16	0,42	0,11	0,06	1,22
						rechts	1,04	1,10	2,13	0,16	0,08	2,57
						links	1,26	0,79	1,39	0,12	0,32	1,36
						vorne	0,36	1,83	2,24	0,09	0,35	4,72
						hinten	2,32	0,73	1,36	0,43	0,08	4,50
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,10</b>	<b>0,97</b>	<b>1,68</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>	<b>4,73</b>
C	1	12	Ja	1	RE	oben	2,11	1,29	1,99	0,11	0,10	
						unten	0,35	0,15	0,31	0,11	0,06	
						rechts	1,84	0,45	0,47	0,14	0,05	
						links	1,10	1,51	1,85	0,12	0,09	
						vorne	0,41	1,50	2,32	0,13	0,10	
						hinten	2,64	0,73	1,38	0,35	0,09	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,41</b>	<b>0,94</b>	<b>1,39</b>	<b>0,16</b>	<b>0,08</b>	

An-lage	U Z R	Pro- zent	L E D	I D	Gang- seite	Mess- richtung	Staub- bad vorne	Staub- bad hinten	Futter- trog	Nest vorne	Nest hinten	Sektions- mitte
C	1	15	Ja	3	LI	Oben	0,33	0,44	0,45	0,10	0,13	14,84
						unten	0,23	0,36	0,33	0,05	0,08	2,01
						rechts	0,79	0,64	0,39	0,30	0,12	2,85
						links	1,38	1,71	0,88	0,08	0,12	2,09
						vorne	0,26	1,77	2,86	0,07	0,42	4,62
						hinten	1,70	0,42	2,20	0,35	0,13	6,76
						<b>Mittel- wert</b>	<b>0,78</b>	<b>0,89</b>	<b>1,19</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>5,53</b>
C	1	15	Ja	3	RE	oben	2,51	2,99	0,87	0,13	0,15	
						unten	0,56	0,94	0,39	0,10	0,09	
						rechts	0,93	2,05	1,92	0,13	0,13	
						links	2,52	1,62	0,29	0,48	0,10	
						vorne	0,34	3,88	2,12	0,09	0,16	
						hinten	3,72	0,92	3,33	0,45	0,09	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,76</b>	<b>2,07</b>	<b>1,49</b>	<b>0,23</b>	<b>0,12</b>	
C	1	15	Ja	2	LI	oben	3,09	2,82	1,31	0,32	0,28	13,96
						unten	0,37	0,38	0,38	0,20	0,09	1,88
						rechts	2,30	2,16	0,36	0,21	0,26	4,97
						links	1,80	4,51	2,08	0,30	0,24	5,00
						vorne	1,10	4,31	4,34	0,17	1,96	4,88
						hinten	4,92	0,71	3,79	0,86	0,18	6,81
						<b>Mittel- wert</b>	<b>2,26</b>	<b>2,48</b>	<b>2,04</b>	<b>0,34</b>	<b>0,50</b>	<b>6,25</b>
C	1	15	Ja	2	RE	oben	5,03	4,34	2,45	0,41	0,42	
						unten	0,59	0,58	0,66	0,16	0,15	
						rechts	3,26	4,80	3,34	0,13	0,33	
						links	4,89	2,20	1,15	0,26	0,29	
						vorne	1,68	7,42	3,81	0,17	1,19	
						hinten	6,45	0,88	6,55	0,55	0,29	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>3,65</b>	<b>3,37</b>	<b>2,99</b>	<b>0,28</b>	<b>0,45</b>	
C	1	15	Ja	1	LI	oben	2,58	2,25	2,46	0,16	0,44	15,06
						unten	0,40	0,27	0,48	0,16	0,12	1,35
						rechts	1,21	1,21	0,54	0,34	0,42	2,22
						links	2,64	2,23	2,23	0,24	0,21	2,05
						vorne	2,61	3,15	3,49	0,17	0,22	3,86
						hinten	3,40	1,23	2,39	0,31	0,20	5,69
						<b>Mittel- wert</b>	<b>2,14</b>	<b>1,72</b>	<b>1,93</b>	<b>0,23</b>	<b>0,27</b>	<b>5,04</b>
C	1	15	Ja	1	RE	oben	3,74	2,83	3,21	0,22	0,18	
						unten	0,43	0,33	0,60	0,23	0,12	
						rechts	4,04	0,83	3,39	0,21	0,30	
						links	1,31	3,30	0,47	0,30	0,18	
						vorne	0,62	2,71	3,01	0,17	0,83	
						hinten	4,14	1,50	4,39	0,45	0,12	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>2,38</b>	<b>1,92</b>	<b>2,51</b>	<b>0,26</b>	<b>0,29</b>	

An-lage	U Z R	Pro- zent	L E D	I D	Gang- seite	Mess- richtung	Staub- bad vorne	Staub- bad hinten	Futter- trog	Nest vorne	Nest hinten	Sektions- mitte
C	1	18	Ja	3	LI	oben	0,69	0,72	0,72	0,33	0,14	18,19
						unten	0,64	0,46	0,46	0,12	0,17	2,57
						rechts	1,61	2,31	2,31	0,95	0,14	4,82
						links	2,39	0,83	0,83	0,60	0,14	6,63
						vorne	0,40	2,24	2,24	0,16	0,34	8,18
						hinten	3,23	0,61	0,61	0,61	0,13	5,77
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,49</b>	<b>1,20</b>	<b>1,20</b>	<b>0,46</b>	<b>0,18</b>	<b>7,69</b>
C	1	18	Ja	3	RE	oben	3,23	2,17	1,91	0,22	0,21	
						unten	0,91	0,53	0,47	0,13	0,17	
						rechts	3,82	2,31	1,26	0,25	0,13	
						links	2,01	3,04	5,21	0,76	0,17	
						vorne	0,53	3,51	5,06	0,19	0,24	
						hinten	5,12	1,19	1,71	1,03	0,15	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>2,60</b>	<b>2,13</b>	<b>2,60</b>	<b>0,43</b>	<b>0,18</b>	
C	1	18	Ja	2	LI	oben	3,99	3,98	7,70	1,13	0,85	18,13
						unten	0,58	0,44	1,57	0,32	0,60	2,24
						rechts	5,83	2,98	17,98	0,43	1,57	9,62
						links	3,37	6,47	2,91	0,76	0,59	6,29
						vorne	2,81	5,98	4,04	0,31	0,59	8,39
						hinten	7,77	1,15	16,20	0,79	0,55	5,86
						<b>Mittel- wert</b>	<b>4,06</b>	<b>3,50</b>	<b>8,40</b>	<b>0,62</b>	<b>0,79</b>	<b>8,42</b>
C	1	18	Ja	2	RE	oben	6,89	6,16	7,83	0,57	0,51	
						unten	0,85	0,70	1,74	0,27	0,25	
						rechts	3,61	7,98	3,67	1,12	0,41	
						links	6,28	3,84	12,36	0,40	0,88	
						vorne	3,26	10,44	4,25	0,37	1,91	
						hinten	10,79	1,34	15,34	0,31	0,39	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>5,28</b>	<b>5,08</b>	<b>7,53</b>	<b>0,51</b>	<b>0,73</b>	
C	1	18	Ja	1	LI	oben	3,70	2,57	6,39	0,39	0,33	13,71
						unten	0,51	0,35	1,03	0,21	0,12	1,64
						rechts	1,40	4,70	4,06	0,36	0,22	4,67
						links	4,36	1,70	1,36	0,34	0,14	4,13
						vorne	0,87	4,02	7,05	0,28	0,30	5,85
						hinten	5,61	2,34	4,03	0,27	0,18	5,47
						<b>Mittel- wert</b>	<b>2,74</b>	<b>2,61</b>	<b>3,99</b>	<b>0,31</b>	<b>0,22</b>	<b>5,91</b>
C	1	18	Ja	1	RE	oben	5,77	4,00	7,32	0,33	0,26	
						unten	0,49	0,44	1,22	0,31	0,22	
						rechts	6,41	1,58	1,48	0,32	0,53	
						links	1,66	5,32	7,51	0,27	0,30	
						vorne	0,97	4,47	6,76	0,27	0,53	
						hinten	6,35	2,44	4,12	1,84	0,20	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>3,61</b>	<b>3,04</b>	<b>4,74</b>	<b>0,56</b>	<b>0,34</b>	

An-lage	U Z R	Pro- zent	L E D	I D	Gang- seite	Mess- richtung	Staub- bad vorne	Staub- bad hinten	Futter- trog	Nest vorne	Nest hinten	Sektions- mitte
C	2	18	Ja	3	LI	oben	0,54	0,65	1,48	0,18	0,17	21,32
						unten	0,54	0,27	2,62	0,14	0,73	2,72
						rechts	2,93	0,98	4,99	0,15	0,12	5,57
						links	1,14	0,87	1,34	0,59	0,38	5,43
						vorne	0,48	0,48	10,25	0,14	0,37	8,78
						hinten	3,51	1,09	2,23	0,30	0,17	5,88
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,52</b>	<b>0,72</b>	<b>3,82</b>	<b>0,25</b>	<b>0,32</b>	<b>8,28</b>
C	2	18	Ja	3	RE	oben	2,11	2,06	1,42	0,40	0,20	
						unten	0,54	0,59	1,91	0,37	0,33	
						rechts	1,75	2,14	0,93	0,38	0,12	
						links	1,28	2,77	6,09	0,17	0,28	
						vorne	0,53	4,06	6,11	0,12	0,37	
						hinten	4,12	1,20	2,99	0,37	0,16	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,72</b>	<b>2,14</b>	<b>3,24</b>	<b>0,30</b>	<b>0,24</b>	
C	2	18	Ja	2	LI	oben	4,62	3,96	6,87	0,88	0,38	21,05
						unten	0,68	0,48	2,61	0,52	0,54	2,30
						rechts	10,03	7,38	17,53	0,56	0,42	6,00
						links	2,23	2,13	3,44	0,61	0,99	7,41
						vorne	3,15	7,17	4,18	0,53	1,09	7,04
						hinten	8,27	1,08	19,26	1,01	0,34	4,40
						<b>Mittel- wert</b>	<b>4,83</b>	<b>3,70</b>	<b>8,98</b>	<b>0,69</b>	<b>0,63</b>	<b>8,03</b>
C	2	18	Ja	2	RE	oben	6,81	5,92	4,27	0,75	0,45	
						unten	0,72	0,71	2,50	0,48	0,23	
						rechts	3,82	2,68	2,81	0,56	0,71	
						links	6,10	8,82	7,57	0,66	0,55	
						vorne	3,36	9,55	5,75	0,51	0,61	
						hinten	10,80	1,27	15,36	0,59	0,55	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>5,27</b>	<b>4,83</b>	<b>6,38</b>	<b>0,59</b>	<b>0,52</b>	
C	2	18	Ja	1	LI	oben	4,62	3,62	5,75	0,18	0,33	14,83
						unten	0,58	0,36	1,14	0,16	0,18	1,42
						rechts	4,83	4,88	6,72	0,31	0,31	5,86
						links	2,51	2,03	1,23	0,58	0,21	4,58
						vorne	0,79	5,07	7,81	0,25	0,81	5,36
						hinten	5,50	2,14	3,34	0,52	0,23	4,23
						<b>Mittel- wert</b>	<b>3,14</b>	<b>3,02</b>	<b>4,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,35</b>	<b>6,05</b>
C	2	18	Ja	1	RE	oben	5,98	3,48	6,22	0,43	0,22	
						unten	0,51	0,44	1,16	0,34	0,13	
						rechts	1,64	0,77	1,03	0,27	0,73	
						links	6,63	5,54	6,63	0,46	0,32	
						vorne	0,97	4,43	7,18	0,27	0,30	
						hinten	7,36	2,46	5,46	0,65	0,22	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>3,85</b>	<b>2,85</b>	<b>4,61</b>	<b>0,40</b>	<b>0,32</b>	

An-lage	U Z R	Pro- zent	L E D	I D	Gang- seite	Mess- richtung	Staub- bad vorne	Staub- bad hinten	Futter- trog	Nest vorne	Nest hinten	Sektions- mitte
C	3	18	Ja	3	LI	oben	0,56	0,60	1,41	0,20	0,21	10,05
						unten	0,72	0,77	2,64	0,11	0,17	2,00
						rechts	2,44	2,78	6,81	0,55	0,17	4,48
						links	0,65	0,79	1,39	0,21	0,26	4,62
						vorne	0,52	2,26	8,18	0,18	0,30	6,18
						hinten	2,76	0,93	2,45	0,39	0,25	5,28
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,28</b>	<b>1,36</b>	<b>3,81</b>	<b>0,27</b>	<b>0,23</b>	<b>5,44</b>
C	3	18	Ja	3	RE	oben	1,38	1,91	1,60	0,18	0,25	
						unten	0,49	0,90	4,98	0,13	0,18	
						rechts	1,62	1,60	1,25	0,21	0,16	
						links	2,08	2,73	8,75	0,14	0,27	
						vorne	0,59	4,09	9,63	0,19	0,78	
						hinten	3,51	1,30	3,27	0,28	0,18	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>1,61</b>	<b>2,09</b>	<b>4,91</b>	<b>0,19</b>	<b>0,30</b>	
C	3	18	Ja	2	LI	oben	4,49	2,42	5,96	0,74	0,42	15,83
						unten	0,53	0,46	2,33	0,31	0,26	1,96
						rechts	7,98	6,99	15,84	0,54	0,34	10,45
						links	1,83	1,84	2,64	0,77	0,41	7,04
						vorne	2,88	6,78	3,88	0,52	0,58	7,38
						hinten	7,44	1,17	16,65	2,41	0,35	4,03
						<b>Mittel- wert</b>	<b>4,19</b>	<b>3,28</b>	<b>7,88</b>	<b>0,88</b>	<b>0,39</b>	<b>7,78</b>
C	3	18	Ja	2	RE	oben	4,98	5,15	5,08	0,66	0,60	
						unten	0,67	0,71	2,07	0,27	0,31	
						rechts	4,78	0,28	2,83	0,49	0,95	
						links	7,95	8,99	10,81	0,52	0,55	
						vorne	3,54	9,40	5,57	0,39	2,14	
						hinten	9,35	1,13	14,72	1,76	0,45	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>5,21</b>	<b>4,28</b>	<b>6,85</b>	<b>0,68</b>	<b>0,83</b>	
C	3	18	Ja	1	LI	oben	3,14	4,26	6,01	0,33	0,33	5,13
						unten	0,49	0,43	1,04	0,21	0,23	1,17
						rechts	0,85	4,72	7,35	0,34	0,31	3,92
						links	4,67	1,13	1,30	1,01	0,23	3,94
						vorne	3,96	4,86	7,92	0,22	0,35	4,36
						hinten	0,49	2,28	4,16	0,61	0,24	2,95
						<b>Mittel- wert</b>	<b>2,27</b>	<b>2,95</b>	<b>4,63</b>	<b>0,45</b>	<b>0,28</b>	<b>3,58</b>
C	3	18	Ja	1	RE	oben	3,86	3,13	6,14	0,27	0,42	
						unten	0,53	0,45	1,05	0,45	0,20	
						rechts	1,38	1,34	1,06	0,41	0,27	
						links	5,86	6,28	6,03	0,36	0,34	
						vorne	0,94	4,46	7,90	0,27	1,11	
						hinten	6,48	2,44	4,08	0,75	0,23	
						<b>Mittel- wert</b>	<b>3,18</b>	<b>3,02</b>	<b>4,38</b>	<b>0,42</b>	<b>0,43</b>	

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Staub- bad	Futter- trog Rechts	Futter- trog Links	Lege- nest	Sektions- mitte
D	1	12	ja	4.8	oben	1,34	1,85	1,32	0,17	1,23
					unten	0,36	0,68	0,26	0,10	0,71
					rechts	1,00	2,01	2,60	0,11	1,23
					links	1,31	2,71	0,69	0,19	0,97
					vorne	1,40	3,55	2,30	0,12	0,85
					hinten	0,74	1,80	1,70	0,16	1,34
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,03</b>	<b>2,10</b>	<b>1,48</b>	<b>0,14</b>	<b>1,06</b>
D	1	12	nein	4.7	oben	1,20	1,99	1,96	0,15	0,77
					unten	0,27	0,34	0,54	0,08	0,39
					rechts	2,17	2,91	0,59	0,24	1,79
					links	0,62	0,56	2,49	0,09	0,74
					vorne	2,18	3,90	2,77	0,09	0,86
					hinten	0,57	1,29	2,40	0,11	0,55
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,17</b>	<b>1,83</b>	<b>1,79</b>	<b>0,13</b>	<b>0,85</b>
D	1	12	nein	4.4	oben	0,99	0,94	1,37	0,23	1,05
					unten	0,22	0,66	0,22	0,06	0,77
					rechts	0,63	3,43	2,55	0,09	0,86
					links	1,70	0,54	0,68	0,18	2,51
					vorne	1,71	4,19	3,14	0,11	1,06
					hinten	0,54	0,69	0,75	0,07	0,63
					<b>Mittel- wert</b>	<b>0,97</b>	<b>1,74</b>	<b>1,45</b>	<b>0,12</b>	<b>1,15</b>
D	1	12	ja	4.6	oben	1,74	2,71	2,29	0,10	1,21
					unten	0,41	0,63	0,39	0,06	0,66
					rechts	0,74	2,11	2,93	0,11	1,34
					links	2,32	2,64	0,62	0,30	0,90
					vorne	2,05	3,90	2,80	0,09	0,67
					hinten	0,70	2,01	2,60	0,10	1,03
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,33</b>	<b>2,33</b>	<b>1,94</b>	<b>0,13</b>	<b>0,97</b>
D	1	12	nein	4.5	oben	0,67	0,90	0,82	0,16	0,65
					unten	0,15	0,99	0,76	0,06	0,46
					rechts	1,41	2,86	2,11	0,10	1,63
					links	0,43	0,46	0,49	0,09	0,74
					vorne	1,38	3,63	2,81	0,08	0,85
					hinten	0,49	1,60	1,85	0,10	0,52
					<b>Mittel- wert</b>	<b>0,76</b>	<b>1,74</b>	<b>1,47</b>	<b>0,10</b>	<b>0,81</b>
D	1	12	nein	4.19	oben	1,09	1,47	1,42	0,14	1,04
					unten	0,20	0,81	0,18	0,05	0,50
					rechts	0,67	2,60	2,20	0,09	1,55
					links	2,12	0,49	0,39	0,36	2,21
					vorne	1,20	4,18	1,93	0,06	1,26
					hinten	0,57	1,09	0,39	0,13	0,71
					<b>Mittel- wert</b>	<b>0,98</b>	<b>1,77</b>	<b>1,09</b>	<b>0,14</b>	<b>1,21</b>

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Staub- bad	Futter- trog Rechts	Futter- trog Links	Lege- nest	Sektions- mitte
D	1	15	ja	4.8	oben	1,84	2,50	2,50	0,22	2,84
					unten	0,66	1,37	0,49	0,07	0,94
					rechts	1,97	4,74	5,56	0,14	1,42
					links	3,05	3,72	1,50	0,59	2,43
					vorne	3,45	6,93	4,51	0,13	1,53
					hinten	1,88	4,15	3,10	0,21	2,96
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,14</b>	<b>3,90</b>	<b>2,94</b>	<b>0,23</b>	<b>2,02</b>
D	1	15	nein	4.7	oben	2,53	3,19	4,05	0,26	2,04
					unten	0,40	0,88	0,57	0,07	0,76
					rechts	4,68	6,74	4,02	0,39	3,71
					links	1,44	1,22	1,23	0,16	1,41
					vorne	4,70	9,21	5,79	0,14	1,79
					hinten	1,78	3,00	4,66	0,28	1,50
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,59</b>	<b>4,04</b>	<b>3,39</b>	<b>0,22</b>	<b>1,87</b>
D	1	15	nein	4.4	oben	1,64	1,61	2,18	0,40	2,01
					unten	0,40	0,63	0,37	0,10	1,47
					rechts	1,40	1,10	5,14	0,13	1,98
					links	3,36	2,59	1,22	0,33	4,54
					vorne	2,66	8,52	6,01	0,30	2,23
					hinten	0,94	1,33	1,36	0,24	1,25
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,73</b>	<b>2,63</b>	<b>2,71</b>	<b>0,25</b>	<b>2,25</b>
D	1	15	ja	4.6	oben	3,58	4,70	4,97	0,22	1,10
					unten	0,61	1,09	0,56	0,11	0,68
					rechts	1,57	3,49	6,53	0,11	1,18
					links	4,72	3,06	1,35	0,68	3,46
					vorne	2,35	7,88	6,00	0,13	1,49
					hinten	2,30	4,24	5,27	0,23	0,93
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,52</b>	<b>4,08</b>	<b>4,11</b>	<b>0,25</b>	<b>1,47</b>
D	1	15	nein	4.5	oben	1,54	1,90	1,66	0,20	1,39
					unten	0,23	0,83	0,61	0,10	0,81
					rechts	2,51	4,47	3,45	0,19	3,77
					links	0,75	1,05	0,72	0,15	1,73
					vorne	2,61	7,49	5,13	0,16	1,68
					hinten	1,33	4,03	3,39	0,18	1,16
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,50</b>	<b>3,30</b>	<b>2,49</b>	<b>0,16</b>	<b>1,76</b>
D	1	15	nein	4.19	oben	2,50	3,36	2,59	0,28	1,89
					unten	0,23	0,72	0,34	0,09	1,03
					rechts	1,22	5,89	4,38	0,13	2,66
					links	4,15	0,81	0,99	0,89	4,71
					vorne	4,09	8,95	3,98	0,14	2,23
					hinten	1,11	2,32	0,70	0,18	1,05
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,22</b>	<b>3,68</b>	<b>2,16</b>	<b>0,29</b>	<b>2,26</b>

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Staub- bad	Futter- trog Rechts	Futter- trog Links	Lege- nest	Sektions- mitte
D	1	18	ja	4.8	oben	2,55	3,29	4,22	0,33	3,31
					unten	0,80	1,30	0,62	0,10	1,56
					rechts	2,06	6,91	11,55	0,10	3,08
					links	4,60	3,51	2,29	0,54	3,34
					vorne	4,08	10,50	7,08	0,20	2,44
					hinten	1,66	6,40	5,61	0,18	2,69
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,63</b>	<b>5,32</b>	<b>5,23</b>	<b>0,24</b>	<b>2,74</b>
D	1	18	nein	4.7	oben	3,83	7,56	6,05	0,51	2,72
					unten	0,82	1,52	1,29	0,22	1,38
					rechts	8,75	4,72	1,42	0,75	7,32
					links	2,29	1,88	6,30	0,34	3,04
					vorne	10,11	13,77	11,44	0,32	3,75
					hinten	2,01	5,13	8,79	0,53	2,35
					<b>Mittel- wert</b>	<b>4,64</b>	<b>5,76</b>	<b>5,88</b>	<b>0,45</b>	<b>3,43</b>
D	1	18	nein	4.4	oben	2,88	3,18	3,88	0,62	3,15
					unten	0,63	1,90	0,61	0,15	2,19
					rechts	2,62	5,89	9,55	0,24	3,83
					links	6,21	1,81	2,05	0,36	1,85
					vorne	5,10	14,49	8,97	0,30	3,13
					hinten	1,77	2,66	1,85	0,33	9,11
					<b>Mittel- wert</b>	<b>3,20</b>	<b>4,99</b>	<b>4,49</b>	<b>0,33</b>	<b>3,88</b>
D	1	18	ja	4.6	oben	4,88	6,92	8,34	0,34	3,55
					unten	0,88	1,29	0,96	0,10	1,99
					rechts	3,29	4,75	11,38	0,12	3,06
					links	7,83	3,87	2,34	0,80	9,35
					vorne	4,30	12,15	10,03	0,19	3,98
					hinten	1,72	6,98	9,06	0,28	2,08
					<b>Mittel- wert</b>	<b>3,82</b>	<b>5,99</b>	<b>7,02</b>	<b>0,31</b>	<b>4,00</b>
D	1	18	nein	4.5	oben	2,49	3,03	2,78	0,56	2,35
					unten	1,08	1,97	1,80	0,18	1,10
					rechts	5,38	6,89	2,25	0,29	5,96
					links	1,45	1,87	7,89	0,13	3,16
					vorne	6,30	13,90	10,95	0,30	4,00
					hinten	3,14	7,29	9,99	0,29	2,25
					<b>Mittel- wert</b>	<b>3,31</b>	<b>5,83</b>	<b>5,94</b>	<b>0,29</b>	<b>3,14</b>
D	1	18	nein	4.19	oben	3,16	4,17	4,18	0,41	3,90
					unten	0,62	1,92	0,53	0,13	1,63
					rechts	1,84	8,62	6,62	0,20	3,35
					links	7,23	1,79	1,50	0,95	1,73
					vorne	8,41	14,72	5,80	0,24	4,46
					hinten	3,13	3,18	1,13	0,38	6,76
					<b>Mittel- wert</b>	<b>4,07</b>	<b>5,73</b>	<b>3,29</b>	<b>0,39</b>	<b>3,64</b>



Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Staub- bad	Futter- trog Rechts	Futter- trog Links	Lege- nest	Sektions- mitte
D	2	15	ja	4.8	oben	1,74	2,38	1,85	0,15	1,56
					unten	0,51	1,34	1,26	0,05	0,88
					rechts	2,93	5,26	0,75	0,09	2,43
					links	2,05	3,26	3,93	0,18	2,51
					vorne	2,85	4,44	5,45	0,11	1,42
					hinten	1,83	2,55	4,08	0,12	2,41
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,99</b>	<b>3,21</b>	<b>2,89</b>	<b>0,12</b>	<b>1,87</b>
D	2	15	nein	4.7	oben	2,53	4,10	3,84	0,35	1,71
					unten	0,52	0,60	0,58	0,16	0,79
					rechts	5,08	5,58	1,22	0,15	4,45
					links	1,65	1,18	4,91	0,53	1,78
					vorne	5,46	8,33	7,19	0,19	2,25
					hinten	1,24	2,88	4,72	0,38	1,38
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,75</b>	<b>3,78</b>	<b>3,74</b>	<b>0,29</b>	<b>2,06</b>
D	2	15	nein	4.4	oben	1,74	1,78	1,99	0,40	1,96
					unten	0,36	1,32	1,14	0,99	0,99
					rechts	2,99	8,66	0,87	0,34	5,33
					links	1,12	1,38	6,81	0,15	1,74
					vorne	2,62	9,40	8,81	0,12	2,28
					hinten	0,88	1,07	1,68	0,14	1,09
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,62</b>	<b>3,94</b>	<b>3,55</b>	<b>0,36</b>	<b>2,23</b>
D	2	15	ja	4.6	oben	3,18	4,15	3,72	0,18	1,86
					unten	0,82	1,08	0,81	0,14	0,98
					rechts	4,62	5,55	1,35	0,09	3,37
					links	1,96	3,75	5,42	0,65	2,06
					vorne	4,44	7,95	5,83	0,14	1,66
					hinten	2,59	3,99	5,49	0,32	1,46
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,94</b>	<b>4,41</b>	<b>3,77</b>	<b>0,25</b>	<b>1,90</b>
D	2	15	nein	4.5	oben	1,80	1,86	1,68	0,33	1,33
					unten	0,29	1,06	0,78	0,08	0,79
					rechts	2,71	5,79	1,11	0,14	3,16
					links	0,93	1,01	4,38	0,18	1,66
					vorne	2,73	6,60	4,92	0,18	1,42
					hinten	1,68	3,42	3,92	0,16	0,87
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,69</b>	<b>3,29</b>	<b>2,80</b>	<b>0,18</b>	<b>1,54</b>
D	2	15	nein	4.19	oben	2,23	4,37	2,28	0,32	2,21
					unten	0,29	0,75	0,46	0,13	0,89
					rechts	4,03	6,46	0,71	0,13	4,28
					links	1,15	0,93	3,88	0,64	3,67
					vorne	3,64	8,66	3,87	0,22	2,32
					hinten	0,89	1,55	0,68	0,21	0,94
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,04</b>	<b>3,79</b>	<b>1,98</b>	<b>0,28</b>	<b>2,39</b>

Anlage	UZR	Prozent	LED	ID	Mess- richtung	Staub- bad	Futter- trog Rechts	Futter- trog Links	Lege- nest	Sektions- mitte
D	3	15	ja	4.8	oben	1,65	2,75	2,08	0,16	1,25
					unten	0,44	1,84	2,99	0,05	0,62
					rechts	1,64	3,39	5,53	0,07	1,77
					links	2,08	2,95	1,14	0,24	1,70
					vorne	2,63	6,78	7,87	0,07	1,06
					hinten	1,67	3,17	6,62	0,12	1,54
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,69</b>	<b>3,48</b>	<b>4,37</b>	<b>0,12</b>	<b>1,32</b>
D	3	15	nein	4.7	oben	2,51	4,63	6,68	0,42	2,05
					unten	0,62	0,85	1,25	0,21	1,08
					rechts	1,92	1,80	10,49	0,15	2,98
					links	6,13	8,83	1,84	0,34	4,17
					vorne	5,94	2,79	4,63	0,20	2,71
					hinten	2,27	11,23	11,51	0,49	1,92
					<b>Mittel- wert</b>	<b>3,23</b>	<b>5,02</b>	<b>6,07</b>	<b>0,30</b>	<b>2,49</b>
D	3	15	nein	4.4	oben	1,60	1,42	2,08	0,24	1,54
					unten	0,28	2,23	3,53	0,08	0,97
					rechts	1,13	0,61	8,43	0,10	1,93
					links	3,54	3,81	1,14	0,15	4,53
					vorne	3,01	4,91	4,60	0,13	2,02
					hinten	0,96	2,58	7,72	0,20	0,89
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,75</b>	<b>2,59</b>	<b>4,58</b>	<b>0,15</b>	<b>1,98</b>
D	3	15	ja	4.6	oben	2,47	5,22	4,12	0,18	2,28
					unten	0,69	1,10	0,92	0,07	1,13
					rechts	2,07	5,37	5,59	0,09	2,14
					links	4,13	3,98	1,50	0,42	4,36
					vorne	4,23	7,36	6,31	0,13	1,71
					hinten	2,45	4,24	7,22	0,39	1,99
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,67</b>	<b>4,55</b>	<b>4,28</b>	<b>0,21</b>	<b>2,27</b>
D	3	15	nein	4.5	oben	1,53	2,12	2,61	0,31	1,48
					unten	0,31	1,17	3,57	0,08	1,13
					rechts	0,90	1,23	16,68	0,13	2,00
					links	2,98	6,62	1,68	0,17	3,95
					vorne	0,79	8,34	2,57	0,16	2,34
					hinten	0,93	3,17	12,46	0,44	1,34
					<b>Mittel- wert</b>	<b>1,24</b>	<b>3,78</b>	<b>6,60</b>	<b>0,22</b>	<b>2,04</b>
D	3	15	nein	4.19	oben	2,55	4,35	5,91	0,27	1,50
					unten	0,36	0,58	1,52	0,12	0,65
					rechts	1,15	0,71	11,41	0,16	3,14
					links	3,99	5,33	1,53	0,50	3,32
					vorne	5,19	6,06	4,01	0,15	2,23
					hinten	0,85	5,24	11,27	0,31	0,68
					<b>Mittel- wert</b>	<b>2,35</b>	<b>3,71</b>	<b>5,94</b>	<b>0,25</b>	<b>1,92</b>

Anlage	Prozent	U Z R	I D	L E D	Messrichtung	Staubbad	Futtertrog rechts unten	Futtertrog links unten	Futtertrog rechts oben	Futtertrog links oben	Nest unten	Nest oben
E	21	1	10	Nein	oben	31,78	2,52	6,77	0,66	1,97	0,20	0,12
					unten	5,45	0,73	1,58	0,38	2,75	0,14	0,14
					rechts	4,76	2,66	7,43	1,21	6,72	0,34	0,34
					links	38,12	9,32	3,27	0,61	0,50	0,06	0,06
					vorne	12,08	2,16	2,34	0,42	1,11	0,12	0,12
					hinten	11,71	2,44	12,48	0,83	11,18	0,09	0,09
					<b>Mittelwert</b>	<b>17,32</b>	<b>3,31</b>	<b>5,65</b>	<b>0,69</b>	<b>4,04</b>	<b>0,16</b>	<b>0,15</b>
E	21	1	9	Nein	oben	27,37	0,62	8,12	0,87	1,71	0,25	0,11
					unten	4,36	0,78	2,85	0,59	3,64	3,74	0,18
					rechts	3,12	3,15	9,52	1,76	4,45	1,15	0,50
					links	37,86	10,36	3,67	0,70	0,54	1,06	0,06
					vorne	13,89	2,97	16,03	1,63	11,88	0,76	0,09
					hinten	10,88	1,74	1,85	0,58	1,17	1,23	0,13
					<b>Mittelwert</b>	<b>16,25</b>	<b>3,27</b>	<b>7,01</b>	<b>1,02</b>	<b>3,90</b>	<b>1,37</b>	<b>0,18</b>
E	25	1	10	Nein	oben	32,68	2,68	5,98	0,87	1,44	0,28	0,18
					unten	8,09	0,92	2,31	0,31	1,77	2,18	0,33
					rechts	5,91	13,03	4,49	0,36	0,46	1,21	0,57
					links	62,29	3,66	10,28	1,42	6,29	0,39	0,09
					vorne	20,24	1,94	2,60	0,39	1,36	0,86	0,21
					hinten	19,85	3,27	19,58	1,15	13,40	0,61	0,15
					<b>Mittelwert</b>	<b>24,84</b>	<b>4,25</b>	<b>7,54</b>	<b>0,75</b>	<b>4,12</b>	<b>0,92</b>	<b>0,26</b>
E	25	1	9	Nein	oben	38,06	3,30	8,84	1,28	2,29	0,46	0,20
					unten	7,05	1,26	3,31	0,56	2,66	7,12	0,31
					rechts	4,51	8,66	10,38	0,45	5,28	1,93	0,54
					links	54,06	4,35	3,46	1,76	0,60	1,01	0,08
					vorne	21,79	4,74	18,74	1,55	13,25	1,97	0,17
					hinten	15,53	2,01	1,83	0,66	1,37	2,11	0,18
					<b>Mittelwert</b>	<b>23,50</b>	<b>4,05</b>	<b>7,76</b>	<b>1,04</b>	<b>4,24</b>	<b>2,43</b>	<b>0,25</b>
E	25	2	10	Nein	oben	21,53	4,02	4,20	0,84	1,56	0,35	0,15
					unten	5,15	5,71	3,05	0,85	1,64	3,63	0,26
					rechts	48,77	16,91	7,57	0,89	0,85	0,69	0,09
					links	4,76	3,75	7,66	1,34	3,19	1,64	0,39
					vorne	14,05	3,58	2,69	0,47	1,05	1,36	0,23
					hinten	14,58	6,81	15,02	1,23	3,78	1,20	0,17
					<b>Mittelwert</b>	<b>18,14</b>	<b>6,80</b>	<b>6,70</b>	<b>0,94</b>	<b>2,01</b>	<b>1,48</b>	<b>0,22</b>

Anlage	Prozent	UZR	ID	LED	Messrichtung	Staubbad	Futtertrog rechts unten	Futtertrog links unten	Futtertrog rechts oben	Futtertrog links oben	Nest unten	Nest oben
E	25	2	9	Nein	oben	24,13	4,52	5,33	1,14	2,14	0,53	0,18
					unten	7,63	6,25	3,56	1,30	3,54	9,44	0,24
					rechts	56,68	17,31	4,12	0,98	0,63	0,75	0,09
					links	5,21	4,23	12,05	3,00	5,29	1,96	0,58
					vorne	15,83	7,06	20,23	2,55	8,60	2,43	0,20
					hinten	19,41	2,57	2,05	0,61	1,13	2,47	0,16
					<b>Mittelwert</b>	<b>21,48</b>	<b>6,99</b>	<b>7,89</b>	<b>1,60</b>	<b>3,56</b>	<b>2,93</b>	<b>0,24</b>
E	25	3	10	Nein	oben	20,65	2,92	3,31	0,71	1,50	0,28	0,16
					unten	6,05	3,35	2,73	0,64	0,93	2,75	0,25
					rechts	54,79	15,88	2,32	0,81	0,51	0,75	0,14
					links	4,01	3,42	6,31	1,07	1,28	1,23	0,41
					vorne	21,75	3,65	3,51	0,53	0,92	0,70	0,12
					hinten	17,31	6,41	11,18	1,39	6,74	0,15	0,18
					<b>Mittelwert</b>	<b>20,76</b>	<b>5,94</b>	<b>4,89</b>	<b>0,86</b>	<b>1,98</b>	<b>0,98</b>	<b>0,21</b>
E	25	3	9	Nein	oben	23,99	4,09	4,78	1,12	1,98	0,31	0,12
					unten	5,96	3,96	3,35	0,63	1,99	4,51	0,27
					rechts	51,57	14,21	6,18	0,87	0,73	0,55	0,06
					links	3,88	3,66	5,08	1,86	2,43	1,20	0,29
					vorne	18,79	5,71	19,60	1,85	7,81	1,53	0,17
					hinten	18,36	2,33	1,70	0,48	1,12	1,27	0,15
					<b>Mittelwert</b>	<b>20,43</b>	<b>5,66</b>	<b>6,78</b>	<b>1,14</b>	<b>2,68</b>	<b>1,56</b>	<b>0,18</b>

## 10.5 VERLETZUNGEN

**Tabelle 51:** Darstellung des Verletzungsscores (Anlagenmittelwert aus den Einzeltieruntersuchungen als Summe der verletzten Körperregionen [max. 9] in Schweregrade [Grad 0, 1 und 2], höchstmöglicher Score = 18) der Anlagen A bis E über drei Untersuchungszeiträume.

	Anlage A	Anlage B	Anlage C	Anlage D	Anlage E
<b>1. Untersuchungszeitraum (24./25. LW)</b>	0,31	0,73	0,09	0,57	0,03
<b>2. Untersuchungszeitraum (47./48. LW)</b>	0,76	1,77	0,16	0,67	0,21
<b>3. Untersuchungszeitraum (63./64. LW)</b>	0,53	1,11	0,51	0,80	0,22

## 11 DANKSAGUNG

---

Zunächst möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. Erhard für die Überlassung dieses hoch interessanten Themas, für die ausgezeichnete Betreuung und das Korrekturlesen dieser Arbeit danken. Frau Dr. Shana Bergmann und Frau Dr. Elke Rauch möchte ich dafür danken, dass Sie mir ermöglicht haben diese Dissertation zu schreiben, immer für Fragen zur Verfügung standen, die gemeinsamen Ausfahrten im praktischen Teil organisiert, die Arbeit korrektur gelesen und in schwierigen Momenten motivierende Worte gefunden haben. Frau Dr. Claudia Schweizer danke ich für die tatkräftige Unterstützung bei den praktischen Arbeiten und Alexander Schweizer für die Mühe und Rat beim Druck dieser Dissertation. Den Tierpflegern, Barbara Kramer, Andrea Unger und Andreas Schöffmann und allen Praktikanten danke ich ebenfalls für die tatkräftige Unterstützung und die intensive Betreuung der Hennen. Sandra Mayr danke ich für die schöne gemeinsame Zeit, die wir auch in stressigen Momenten gemeinsam sehr gut gemeistert haben. Meiner Kollegin, Dr. Angela Hagn und allen anderen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, danke ich für die fachliche Hilfe, die schöne gemeinsame Zeit und das sie mich so nett in das Team aufgenommen haben! Vielen Dank an Herrn Chris Strobl, bei dem immer Hilfe und Lösung aller technischen Probleme zu erwarten war. Den Mitarbeitern der Landesanstalt für Landwirtschaft, Dr. Klaus Damme, Dr. Steffi Urselmans und Frau Schneider danke ich für die Betreuung der Hennen in Kitzingen, der Hilfe bei Videoaufbauten, Blutentnahmen und Gefiederbeurteilungen sowie für die geduldige Beantwortung stetig auftretender Fragen. Dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung danke ich für die Förderung des Projektes. Weiterhin bedanke ich mich bei allen Partnern des Verbundprojektes, insbesondere den Herstellerfirmen, für die gute Zusammenarbeit. Dr. Sven Reese danke ich für die geduldige Hilfe bei der Auswertung der Ergebnisse und der Erklärung statistischer Zusammenhänge. Herzlichen Dank auch an die Firma Bein GmbH, Eiterfeld für das zur Verfügung stellen des Fossil Shield® Präparates.

Meiner Familie, insbesondere meinen Eltern und meinem Bruder gilt der größte Dank ohne deren Unterstützung die Dissertation, das Studium und alles andere nicht möglich gewesen wäre. Ich danke euch für das unermüdliche Korrekturlesen, die Lösung von Computerproblemen, für die Unterstützung in allen Lebenslagen und einfach fürs „immer da sein“. Oliver Landa danke ich, dass er die Zeit in München so unvergesslich gemacht hat und immer für mich da ist. Ein großer Dank geht auch an alle meine Freunde, insbesondere

Damaris Fey, Vera Thamm, Matthias Bornemann und Judith Reiser, die immer ein offenes Ohr und aufmunternde Worte haben, aber auch allen anderen, die ich hier nicht namentlich nennen kann. Christina Plattner danke ich für die Hilfe und Beratung bei der Erstellung der 3D Grafiken.